N. ILIOIU • GH. IVANOVICI

MEMORATOR DE METROLOGIE

VOL. 2

EDITURA TEHNICĂ

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERII

Capitolul 3. **Timpul şi mărimile cinematice** 9
1. Timpul. Unităţi. Mijloace de măsurare. Transmiterea unităţii 9
A. Scări de timp şi unităţi 9
B. Mijloace de păstrare şi măsurare a timpului 13
C. Transmiterea timpului 17
2. Viteza 18
A. Viteza liniară 18
a. Definiţii şi unităţi 18
b. Mijloace de măsurare 20
B. Viteza unghiulară şi de rotaţie 23
a. Unităţi de măsură 23
b. Mijloace de măsurare 23
3. Frecvenţa 26
A. Definiţii şi unităţi 26
B. Metode de măsurare 28
C. Mijloace de măsurare 30
D. Păstrarea şi transmiterea unităţii de frecvenţă 33
4. Acceleraţia 33
A. Definiţii şi unităţi 33
B. Metode de măsurare a acceleraţiei căderii libere 35
C. Mijloace de măsurare 36
5. Vibraţii 37
A. Felul vibraţiilor. Definiţii 37
B. Mijloace de măsurare 38

Capitolul 4. **Mărimi mecanice** 41
1. Masa 41
A. Definiţii şi unităţi 41
B. Măsuri de masă (greutăţi) 43
C. Aparate de cîntărit 53
a. Aparate de cîntărit mecanice, bazate pe principiul pîrghiilor 53
b. Aparate de cîntărit semiautomate, bazate pe principiul pîrghiilor 77
c. Aparate de cîntărit automate, bazate pe principiul pîrghiilor 82
d. Aparate de cîntărit cu element elastic 84

Scanned with OKEN Scanner

D. Metode de cîntărire pentru eliminarea unor erori sistematice 85
E. Transmiterea unității de masă 87
2. Forța. Duritatea 95
A. Definiții și unități 95
B. Mijloace de măsurare a forței 101
C. Mijloace de măsurare a durității 119
D. Transmiterea unității de forță și a unității de duritate 158
3. Presiunea 158
A. Definiții și unități 158
B. Mijloace de măsurare a presiunii 166
C. Transmiterea unității de presiune 172
4. Debitul. Cantități debitate. Nivelul 174
A. Definiții și unități 174
B. Aparate de măsurat debite 174
C. Aparate de măsurat cantitatea de lichid debitată 177
D. Aparate de măsurat cantitatea de gaze debitată 179
E. Aparate de măsurat nivelul lichidelor 183
5. Lucrul mecanic. Energia. Puterea 184
A. Definiții și unități pentru lucru mecanic și energie.... 184
B. Definiții și unități pentru putere 186

Capitolul 5. **Mărimi analitice** 187
1. Densitatea și concentrația 187
A. Definiții și unități 187
B. Mijloace de măsurare a densității și concentrației 189
C. Transmiterea unității de densitate și de concentrație 204
2. Reactivitatea alcalină sau acidă 205
A. Definiții și unități 205
B. Metode și mijloace de măsurare a pH-ului 208
C. Transmiterea unității de concentrații de gaze..... 218
3. Viscozitatea 219
A. Definiții și unități 219
B. Mijloace de măsurare a viscozității 221
C. Transmiterea unității de viscozitate 227
4. Umiditatea 227
A. Definiții și unități 227
B. Mijloace de măsurare a umidității 230
C. Transmiterea unității de umiditate 235
5. Mijloace de măsurare de uz general în determinări analitice 235
A. Refractometre, polarimetre și zaharimetre 235
B. Colorimetre 237

Capitolul 6. **Mărimi electrice și magnetice** 242
1. Curentul (intensitatea) și tensiunea 242
A. Definiții și unități 242
B. Mijloacele de măsurare a intensității și tensiunii 244
C. Verificarea mijloacelor de măsurare a curenților și tensiunilor 253
D. Transmiterea unității de curent, a unității de tensiune și a unității de rezistență 259
2. Rezistența electrică 259
A. Definiții și unități 259

Scanned with OKEN Scanner

B. Mijloace de măsurare a rezistenței electrice 264
C. Transmiterea unității de rezistență 271
3. Inductanța și capacitatea electrică 273
A. Definiții și unități 273
B. Mijloace de măsurare a inductanței și capacității 273
C. Transmiterea unității de inductanță 274
4. Energia și puterea electrică 276
A. Definiții și unități 276
B. Mijloace de măsurare a energiei și puterii 276
C. Transmiterea unității de energie și putere electrică .. 284
5. Fluxul magnetic. Intensitatea cîmpului magnetic. Inducția magnetică. Forța magnetomotoare 284
A. Definiții și unități 284
B. Mijloace de măsurare 287
C. Transmiterea unităților de măsură magnetice 295
6. Aparate și montaje pentru măsurări de precizie 295

Capitolul 7. **Mărimi termice** 313
1. Temperatura 313
A. Definiții și unități 313
B. Aparate etalon și formulele de interpolare 317
C. Aparate de măsurat temperatura 318
D. Transmiterea unității de temperatură 357
2. Cantitatea de căldură și celelalte mărimi calorice 363
A. Definiții și unități 363
B. Mijloace de măsurare a mărimilor calorice 364

Capitolul 8. **Mărimi fotometrice** 366
A. Definiții și unități 366
B. Aparate de măsurat mărimi fotometrice 369
C. Transmiterea unităților de măsură fotometrice 371

Capitolul 9. **Mărimi acustice** 374
A. Definiții și unități 374
B. Mijloace de măsurare 378

Capitolul 10. **Mărimile radiațiilor atomice** 380
A. Definiții și unități 380
B. Mijloace de măsurare 383

Capitolul 11. **Organizarea metrologică în instituții și întreprinderi** 387
A. Organizarea și atribuțiile Oficiului de Stat pentru Metrologie și ale organelor sale componente 387
B. Organizarea supravegherii măsurilor și aparatelor de măsurat în întreprinderi 394

INDEX (vol. I și II) 398

Scanned with OKEN Scanner

SUMARUL VOLUMULUI I

Capitolul 1. **Elemente fundamentale ale metrologiei** 9
1. Termeni, noţiuni, reguli. Cunoştinţe generale 9
2. Terminologia folosită în tehnica măsurării şi noţiunile corespunzătoare 32
3. Calculul cu mărimi şi valori 46
4. Erorile de măsurare. Corecţii 56

Capitolul 2. **Mărimi geometrice** 92
1. Lungime 92
2. Unghi 203
3. Suprafaţă 240
4. Volum. Capacitate 262

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul

3 TIMPUL ŞI MĂRIMILE CINEMATICE [1)]

1. TIMPUL. UNITĂŢI. MIJLOACE DE MĂSURARE. TRANSMITEREA UNITĂŢII

A. *SCĂRI DE TIMP ŞI UNITĂŢI*

Timpul efemeridelor (TE): se defineşte în funcţie de longitudinea medie L a Soarelui prin relaţia $L = 279°41' 48{,}04'' + 129602768{,}13''T + 1{,}089''T^2$, în care T este timpul exprimat în se ole iuliene de 36525 zile începînd cu „1 900 ianuarie 0, la ora 12 de timp al efemeridelor", reprezentarea convenţională a clipei cînd, la 31 decembrie 1899 longitudinea

---

[1)] Cinematica stabileşte numai legile deplasării mobilelor pe traiectorii şi variaţia în timp a mărimilor care caracterizează mişcarea.

Bibliografie:

Lexiconul Tehnic Român, vol. 8 Ed. Teh. Bucureşti, 1961 pag. 410, vol. 10 pag. 623—624.

Procès-Verbaux des séances (C.I.P.M.) 2-a sèrie Tome 26-B 1958

Denis-Papin, M,. et Vallot; J., Metrologie Générale Tome, Ed. Dunod, Paris, 1955 pag. 131—164.

Bărbulescu, N., Elemente de fizică, Ed. Did. şi Ped, 1961 pag. 60—83.

STAS 3331-62: Unităţi de timp.

STAS 739-58: Mărimi mecanice. Unităţi de măsură (partea privind mărimile cinematice).

STAS 2599-59 Mărimi periodice şi conexe.

medie a Soarelui a fost de 279° 41′ 48,04″. Se determină astronomic cu ajutorul relației:

$$TE = TU_2 + 24{,}349^s + 72{,}318^s \cdot T + 29{,}950^s \cdot T^2 + 1{,}82144\ B$$

în care TE și T au semnificațiile de mai sus, TU_2 este timpul universal provizoriu (vezi termenul), iar B reprezintă fluctuațiile mijlocii ale lunii. Prin convenție are curgere uniformă. A fost adoptat ca scară de timp pentru secunda SI;

— *secunda de timp a efemeridelor* (s) este fracțiunea 1/31556925,9747 din anul tropic pentru ianuarie 0, la orele 12 al timpului efemeridelor. Este unitate fundamentală în SI. (vezi tabela 2).

Timpul solar mijlociu local: unghiul orar al Soarelui mijlociu, adică al unui punct fictiv care se mișcă pe ecuatorul ceresc și al cărui unghi orar crește proporțional cu timpul, în așa fel ca ascensiunea sa dreaptă, măsurată de la punctul vernal mijlociu mobil să crească cu 360° în timpul unui an tropic [1]). În fiecare zi ia valoarea zero în momentul trecerii superioare a Soarelui mijlociu la meridianul locului;

— *secunda de timp solar mijlociu* [2]) (s_m): este fracțiunea 1/86 400 din intervalul de timp în care unghiul orar al Soarelui mijlociu crește cu 360°.

Timpul sideral: unghiul orar al punctului vernal față de meridianul locului; el ia valoarea zero în momentul trecerii superioare a punctului vernal la meridianul locului;

— *secunda de timp sideral mijlociu* (s_{sid}) este fracțiunea $\frac{1}{86\,400}$ din intervalul de timp în care unghiul orar al punctului vernal crește cu 360°.

Factorul pentru transformarea unităților de timp sideral [3]) mijlociu în unități de timp solar mijlociu este 0,997 269 57, iar invers 1,02273791.

Timpul solar adevărat local: este unghiul orar al centrului Soarelui adevărat pentru un loc dat; el ia valoarea zero în momentul trecerii superioare a centrului Soarelui la meridianul locului considerat.

Timpul civil local: este timpul solar mijlociu local, mărit cu 12 ore. În fiecare zi, ia valoarea zero la miezul nopții.

---

[1]) Anul tropic (a_t) este intervalul de timp în care longitudinea Soarelui măsurată la punctul vernal mijlociu mobil crește cu 360°. Expresia sa în zile solare mijlocii este:

$a_t = 365{,}2421987817 - 0{,}000\,006138\ T$, în care T este timpul în secole iuliene scurse de la 1900 ianuarie 0, orele 12 ale timpului efemeridelor.

[2]) A fost unitate de măsură fundamentală în sistemele de unități C G S, M K S, M K f S.

[3]) Anul sideral (a_{sid}) este intervalul de timp în care longitudinea mijlocie a Soarelui măsurată de la punctul vernal fix crește cu 360°.

Scanned with OKEN Scanner

Timpul universal (TU_0): este timpul civil al meridianului de origine (Greenwich). El este egal cu timpul civil local din care se scade intervalul de timp corespunzător longitudinii locului. Este determinat și difuzat de Biroul Internațional al Orei din Paris, de sub controlul Uniunii Astronomice Internaționale, cu colaborarea unui grup de observatoare naționale.

Timpul universal uniform provizoriu (TU_2): este egal cu timpul universal TU_0 la care se adaugă corecția $\Delta\lambda$, datorită deplasării polilor pe suprafața pământului și corecția ΔT_s, datorită neregularităților sezoniere în rotația Pământului: $TU_2 = TU_0 + \Delta\lambda + T_s$.

Timpul legal: este timpul universal, la care se adaugă un număr întreg de ore, corespunzătoare fusului orar. Timpul legal în Republica Socialistă România este prin convenție timpul universal la care se adaugă două ore[1]), corespunzătoare fusului orar nr. 2. Timpul în Republica Socialistă România este stabilit și difuzat de Observatorul Astronomic din București al Academiei Republicii Socialiste România. Scrierea timpului legal (numit uneori ora legală) se poate scrie în două moduri, de exemplu 15 ore, 35 minute și 11,5 secunde, se poate scrie: 15 h 35 m 11,5 s, sau $15^h\ 35^m\ 11{,}5^s$. În aceste moduri de scriere, în mod excepțional, simbolul minutului este m;

— *fus orar*: suprafață convențional stabilită din globul pământesc cuprinsă între două meridiane a căror diferență de longitudine este de 15°. Întregul glob a fost împărțit în 24 fuse orare, numerotate de la 0 la 23 în direcția est, fusul 0 fiind fusul al cărui meridian central trece prin Greenwich și este delimitat prin meridianele 7°,5 longitudine vestică și 7°,5 longitudine estică. Fusul *1* este cuprins între meridianele 7°,5 și 22°,5 longitudine estică ș.a.m.d. În toate punctele sale, oricare dintre fusurile orare au același timp local și anume timpul meridianului care traversează fusul respectiv pe la mijloc. Datorită acestui fapt, diferența maximă dintre ora unui loc al unui fus oarecare și ora lui locală, nu poate depăși o jumătate de oră. Ținînd seamă de împărțirea globului terestru în fusuri orare, ora primului fus are un avans de o oră față de ora meridianului Greenwich, ora celui de al doilea fus are un avans de două ore etc;

— *anul calendaristic* (a) este intervalul de timp care începe la 1 ianuarie, ora 0 și se termină la 31 decembrie, ora 24 timp legal. Se deosebesc:

— ani calendaristici bisecți [2]), avînd 366 zile solare mijlocii;

— ani calendaristici obișnuiți avînd 365 zile [3]) solare mijlocii;

---

[1]) În unele țări, timpul legal nu diferă cu un număr întreg de ore de timpul universal (ex. timpul legal pentru India este $TU_0 + 5h30$ min).

[2]) Ani bisecți sînt anii la care numărul format de ultimele două cifre este divizibil cu 4, cu excepția primului an din secolele la care numărul format din primele două cifre (grupul miilor și sutelor) nu este divizibil cu 4 (ex. 1800 este obișnuit, 2000 an bisect.).

[3]) Atît ziua cît și luna se scriu cu două cifre arabe. Ex. 5 martie 1964 se scrie 05. 03. 1964.

Scanned with OKEN Scanner

— *determinarea timpului legal* se realizează cu ajutorul observațiilor astronomice de timp la observatoarele astronomice, din rezultatele prelucrate ale observațiilor rezultînd timpul sideral de observație care apoi este transformat în timp legal. Observațiile astronomice de timp se fac asupra stelelor și asupra lunii, coordonatele stelelor la diferite momente fiind date în tabele speciale numite „efemeride", calculul lor fiind stabilit conform legilor mecanicii cerești. Comparînd timpul legal cu timpul indicat de un orologiu se constată o diferență, care se stabilește scăzînd din timpul legal timpul indicat de orologiu, această diferență fiind „corecția orologiului față de timpul legal". Determinarea unității de timp se face prin două observații astronomice de oră, efectuate la momente diferite, secunda fiind egală cu $1/n$, unde n este diferența între timpurile efemeridelor determinate cu ajutorul celor două observații. Dacă orologiul a avut pentru cele două timpuri ale efemeridelor h_1 și h_2 corecțiile C_1 și C_2, corecția care se adaugă secundei orologiului pentru a fi egală cu unitatea de timp este:

$$C = \frac{C_2 - C_1}{h_2 - h_1},$$

unde C, C_2, C_1, h_2 și h_1 sînt exprimate în secunde. În cazul observațiilor astronomice asupra stelelor pentru determinarea timpului sideral cu ajutorul lunetei de trecere [1]), în momentul cînd steaua urmărită trece la meridian, una din coordonatele sale și anume ascensia dreaptă α este egală cu ora siderală t a locului de observație, care este egală cu ora siderală t' indicată de orologiu în momentul trecerii stelei la meridian, la care se adaugă corecția C_s a orologiului față de ora siderală t, adică $t = t' + C_s$, în care, t fiind egal cu α (ascensiunea), putem scrie $\alpha = t' + C_s$ de unde $C_s = \alpha - t'$. Dacă orologiul este reglat să indice timpul legal, corecția C a orologiului față de timpul legal în momentul observației se află cu relația $C = \alpha + c - t_1$, unde c este corecția care trebuie dată ascensiei drepte α pentru a fi transformată din timpul sideral în timp legal, iar t_1 este timpul indicat de orologiu. Deducerea orei internaționale celei mai probabile este în sarcina Biroului Internațional al Orei (B.I.O.), căruia toate observatoarele astronomice ale țărilor îi trimit „orele semidefinitive de emisiune a semnalelor orare", (care se stabilesc din timpul efemeridelor TE comparat cu semnalele orare recepționate exprimate în timp al efemeridelor) pe care le prelucrează și întocmește „orele definitive de emisiune a semnalelor orare". B.I.O. primește de la observatoarele astronomice și coordonatele instantanee ale polilor pe care le prelucrează și calculează corecția $\Delta\lambda$ a deplasării polilor pe suprafața

---

[1]) Observațiile astronomice asupra stelelor se fac și cu astrolabul Danjon sau cu luneta zenitală.

Scanned with OKEN Scanner

pământului. De asemenea, deduce și comunică la toate observatoarele astronomice interesate, corecțiile ΔT_s, datorite neregularităților sezoniere în rotația Pământului, precum și corecțiile ΔT (adică corecțiile care trebuie adăugate timpului uniform provizoriu pentru a obține timpul efemeridelor) [1].

B. *MIJLOACE DE PĂSTRARE ȘI MĂSURARE A TIMPULUI*

Pendule astronomice: pendule folosite la păstrarea timpului în perioadele dintre observațiile astronomice. Păstrarea timpului se realizează prin grafice, în abscise fiind timpul iar în ordonate corecțiile pendulei, care se stabilesc la anumite intervale. Dacă punctele corecțiilor se situează pe o dreaptă paralelă la axa absciselor, pendula păstrează perfect timpul. Dacă se situează pe o dreaptă care însă face un unghi constant cu axa absciselor, pendula păstrează bine timpul, însă secunda sa diferă de secunda de timp a efemeridelor, pentru aflarea căreia se aplică corecția necesară [2]. Dacă corecțiile nu se situează pe o dreaptă, pendula este defectă. Distingem:

— *pendule tip Leroy*, formate dintr-un pendul cu suspensie prin resort, având perioada de două secunde, un dispozitiv indicator alcătuit dintr-un cadran cu scară gradată circulară având 60 diviziuni egale în fața căruia se deplasează un singur ac indicator și dintr-un mecanism de întreținere a oscilațiilor compus din eșapament [3] și dispozitiv de remontare. Sînt montate într-un clopot de sticlă în care se reduce presiunea la 500 mm Hg. Se păstrează în camere termostate (de obicei în subsoluri adînci);

— *pendula tip Riefler*, care are suspensia pendulului pe cuțite și posedă trei ace indicatoare (pentru ore, minute și secunde). Sînt prevăzute cu dispozitiv de impulsuri cu celulă fotoelectrică, impulsurile fiind emise de fiecare trecere a balansierului prin dreptul fotocelulei;

— *pendule tip Shortt*, alcătuite dintr-o pendulă directoare montată într-un recipient termostat în care se realizează o presiune constantă (circa 500 mm Hg) și o pendulă condusă. Eșapamentul pendulei directoare este comandat de al celei conduse, balansierul acesteia fiind sincronizat cu al celei directoare.

Orologii cu diapazon: aparate folosite la păstrarea timpului, compuse dintr-un oscilator cu diapazon cu vibrații întreținute electric, care gene-

---

[1]) Corecția ΔT este diferența TE—TU_2, în care TE este timpul efemeridelor care se stabilește cu ajutorul tabelelor lunii și anume momentul cînd poziția observată a lunii corespunde cu poziția din tabele și TU_2 momentul cînd poziția lunii corespunde cu poziția stelelor, determinarea fiind făcută cu ajutorul camerei lunare Marcovitz.

[2]) Vezi la „determinarea timpului legal".

[3]) Roată cu dinți înclinați prin care se transmit impulsuri.

Scanned with OKEN Scanner

rează un curent alternativ cu frecvență constantă (50 sau 100 H_z) cu care se alimentează un motor sincron a cărui rotire, prin demultiplicări, mișcă acele indicatoare (de oră, minut și secundă). Se montează în incinte cu temperatură și presiune constante. Păstrarea timpului se realizează ca la pendulele astronomice.

Orologii cu cuarț: aparate folosite atît la păstrarea timpului, cît și ca etaloane de frecvență, alcătuite dintr-un generator piezoelectric avînd cîteva zeci sau sute de mii de oscilații pe secundă (după dimensiunile cristalului de cuarț), al cărui curent amplificat alimentează un motor sincron care dă impulsurile de secundă. Ating precizia de 0,0001 s în 24 h.

Ceasornice: aparate folosite la măsurarea timpului, al căror oscilator este alcătuit în general dintr-un dispozitiv de întreținere a oscilațiilor și dintr-un balansier cu spiral. Pot fi de masă (deșteptătoare), de mînă, de buzunar, de automobil sau avion. Ceasornicele nu sînt supuse verificării de stat. Verificarea lor se poate face prin compararea indicațiilor față de indicațiile unui ceasornic etalon, iar în ce privește secunda, prin două comparări făcute la un anumit interval de timp una de alta, intervalul fiind corect cunoscut.

Cronometre: aparate de măsurat timpul cu precizie ridicată, reglate pentru funcționare în diferite poziții și temperaturi și care au obținut un certificat de etalonare oficial. Pot fi: cronometre portative, ceasornice cronometre, cronometre de marină, cronometre electrice și cronometre electronice. Se construiesc cronometre avînd perioada balansierului egală cu 0,2; 0,1; 0,05; 0,02 și 0,01s. La unele tipuri acul indicator al orelor lipsește datorită faptului că au durata de timp limitată. Unele sînt gradate centezimal. Mai deosebite sînt:

— *cronometre de marină*, prevăzute cu sistem de suspensie cardanică;

— *cronometre*, la care întreținerea oscilațiilor balansierului se obține pe cale electrică;

— *secundometre*, la care acul indicator este cuplat cu un mic motor sincron alimentat cu un curent de frecvență constantă (se mai numesc și cronometre electrice);

— *cronometre electronice*, compuse în general dintr-un generator etalon de frecvență, un contor electronic de impulsuri și diferite organe auxiliare.

Toate tipurile de cronometre sînt supuse verificării de stat, verificarea făcîndu-se în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile Nr. 125-65 pentru verificarea cronometrelor. Durata de funcționare la o remontare completă a cronometrelor, trebuie să fie cel puțin egală cu cea indicată în tabela 113, pentru ceasornicele cronometre fiind minimum 36h.

Verificările se fac cu instalații-etalon avînd certificat de etalonare. La fiecare verificare se stabilește eroarea ca fiind diferența algebrică dintre valoarea indicată de cronometru și cea indicată de etalon, pentru cîte

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 113

Durata de funcţionare a cronometrelor

Valoarea diviziunii s	Durata de funcţionare minimă	Valoarea diviziunii s	Durata de funcţionare minimă
0,01	20 min	0,1	6 h
0,02	1 h	0,2	12 h
0,05	3 h		

Tabela 114

Felul	cl. 1	cl. 2	cl. 3	cl. 4	cl. 5
Cronometre 1/5 s (0,2 s)	± 1/5000 din intervalul măsurat, sau 0,7 s/h	± 1/2000 din intervalul măsurat, sau 1,8 s/h	± 1/2000 din intervalul măsurat, sau 3,6 s/h	± 1/1000 din intervalul măsurat, sau 7,2 s/h	± 1/250 din intervalul măsurat, sau 14,4 s/h
1/10 s(0,1 s) 1/20 s(0,05 s)	± 1/9000 din intervalul măsurat, sau 0,4 s/h	± 1/5000 din intervalul măsurat, sau 0,7 s/h	± 1/2000 din intervalul măsurat, sau 1,8 s/h	± 1/1000 din intervalul măsurat, sau 3,6 s/h	± 1/500 din intervalul măsurat, sau 7,2 s/h
Ceasornice cronometre 1/5 s(0,2 s)	± 5 s/zi	± 10 s/zi	± 20 s/zi	± 30 s/zi	± 60 s/zi
1/10 s(0,1 s)	± 3 s/zi	± 6 s/zi	± 10 s/zi	± 20 s/zi	± 40 s/zi

6 determinări făcute în intervalul de timp corespunzător valorii maxime a scării secundelor şi pentru scara minutelor. Ele nu trebuie să depăşească valorile din tabela 114.

Verificarea se face pentru două poziţii, una cu cadranul aşezat orizontal cu faţa în sus şi alta, cu cadranul aşezat vertical orientat spre observator. Pentru îndepărtarea efectului variaţiilor de presiune atmosferică, la cronometrele de precizie ridicată se fac corecţiile corespunzătoare ale mersului zilnic. Proba comportării la temperaturi diferite, se face conform recomandării Congresului Internaţional de Cronometrie (München 1959), la + 20°C, + 4°C şi + 36°C. Verificarea indicaţiilor se face subiectiv (pornirea şi oprirea cu mîna după un minut a cronometrului în ritmul bătăilor orologiului etalon) şi obiectiv, cu metoda vibrografului sau cu metoda fotoelectrică (proiectarea imaginii unei părţi a

Scanned with OKEN Scanner

cadranului secundelor pe un ecran prevăzut cu o fantă fină în spatele căreia se află celula fotoelectrică care semnalizează trecerea acului indicator cînd acoperă fanta, semnalul dat de fotocelulă fiind amplificat şi trimis la un cronograf)

Orologii: aparate de măsurat timpul, cu dimensiuni mari. Pot fi:

— *orologii independente*, care au mers propriu şi nu comandă mersul altor orologii, întreţinerea oscilaţiilor făcîndu-se mecanic (cu balansier sau cu pendulă) sau electric (bobină, magnet şi sistem de contacte). Există şi orologii independente mecanice, la care timpul este indicat de tambure cu cifre, acţionate de către mecanismul orologiului;

— *orologii pentru reţele orare*, de comandă şi comandate; sînt prevăzute cu contacte electrice; cele care comandă sînt numite orologii principale (sau orologii mamă) iar cele comandate orologii secundare. Se reglează şi se verifică după şi în comparaţie cu mersul unui ceasornic cronometru. Nu sînt supuse verificării de stat decît la cerere.

Aparate speciale: aparate folosite la măsurarea anumitor intervale de timp. Distingem:

— *milisecundometre*, folosite la măsurarea caracteristicilor releelor (timpul de răspuns); măsoară intervale de timp începînd de la cîteva zecimi de milisecunde şi pînă la cîteva secunde. Au ca aparat indicator fie un voltmetru [1]), fie cu un microampermetru [2]) gradate în unităţi de timp. Se verifică cu osciloscoape sau cu cronoscoape;

— *cronoscoape*, aparate folosite la măsurarea intervalelor foarte mici de timp care separă două impulsuri electrice. Se compun dintr-un mic motor sincron (alimentat de la o sursă cu frecvenţă constantă) care roteşte un disc opac, gradat, cu indice fix şi un bec pentru iluminări foarte scurte. La unele tipuri se pot aprecia intervale de 0,2... 0,5 ms;

— *osciloscoape*, aparate folosite la măsurarea intervalelor foarte mici de timp şi la determinarea corecţiei unui orologiu cu ajutorul semnalelor orare, precum şi la studierea curbei de variaţie a curenţilor şi tensiunilor alternative, prin observarea pe un ecran a formei curbei de variaţie. Există osciloscoape cu bulă (sau electromagnetice) şi catodice (cu tub care produce şi poate devia un fascicul îngust de electroni);

— *aparate înregistratoare*, care înregistrează fie mărimea unui interval de timp (cronografe, oscilografe etc), fie variaţia unei mărimi în funcţie de timp (termografe, barografe, vibrografe etc). Unele înregistrări prin

---

[1]) Se bazează pe faptul că tensiunea u la bornele unui condensator montat în serie cu o rezistenţă R şi o sursă de alimentare, creşte pînă la tensiunea maximă u_0 conform relaţiei $u = u_0 (1 - e^{t/Rc})$ unde t este timpul. Produsul Rc se numeşte constantă de timp.

[2]) Se bazează pe măsurarea curentului de descărcare a unui condensator.

Scanned with OKEN Scanner

curbe continui (trasate mecanic, fotografic, magnetic etc.), altele prin imprimare (puncte sau cifre). Se verifică prin comparație, după caz, cu cronometre etalon, cronoscoape etc.

— *metronoame*, aparate folosite în muzică pentru indicarea unor constante (cadențe). Nu sînt supuse verificării obligatorii.

C. *TRANSMITEREA TIMPULUI*

Transmiterea timpului legal prin radio: *semnale sonore transmise de radiodifuziune*, exemplu șase sunete, cu durate egale, la sfîrșitul ultimului corespunzînd timpul anunțat (sistem folosit în țara noastră) și *semnale orare*, emise de observatoare astronomice sau laboratoare de timp prin stații proprii, la ore și pe lungimi de undă cunoscute. Timpul transmis prin semnale orare este dedus din observațiile astronomice, ținîndu-se seama de neregularitățile în rotația Pămîntului (ΔT_s) și de cele datorite deplasării polilor ($\Delta\lambda$) care sînt publicate cu aproximativ o lună înainte de Biroul Internațional al Orei. Uniunea astronomică internațională a recomandat folosirea așa zisului „sistem englez", în care semnalele sînt sunete muzicale cu frecvența 800 ... 1 000 Hz și durata 0,08 ... 0,11 s, cu succesiunea de un sunet pe secundă, sunet care reprezintă secunda zero (de la care să se înceapă urmărirea) avînd durata 0,3 s. Un alt sistem este „sistemul ritmic", în care se transmit sunete muzicale ca la sistemul englez, însă cu o cadență de 61 secunde pe minut semnalul pentru secunda zero avînd tot durata de 0,3 s. Dacă se audiază simultan orologiul care se compară și semnalele orare ritmice, se constată că la un moment dat sunetele orologiului și ale semnalelor se aud separat, după cîteva secunde se vor apropia, apoi vor coincide, după care se vor separa din nou, ciclul repetîndu-se, coincidența avînd loc la aceeași secundă a orologiului. Cunoscînd secunda indicată de orologiu în momentul coincidenței și secunda după care s-a auzit secunda zero a semnalului, se poate determina corecția cu relațiile:

$$C = \frac{1}{61}\,(3600 - 60\,s - n)$$ dacă corecția este pozitivă.

sau

$$C = \frac{1}{61}\,(n + 60\ \text{s})$$ dacă corecția este negativă,

în cazul în care secunda zero a semnalului orar s-a auzit între secundele s și $s + 1$ ale orologiului, iar coincidența a avut loc cînd orologiul indica secunda n.

Transmiterea timpului legal prin rețele orare, rețelele fiind cu conductoare electrice proprii sau comune cu alte scopuri. În primul caz, impulsurile trimise în rețea sînt produse și distribuite de o centrală orară compusă dintr-un orologiu principal, relee și orologii secundare. În cel de al doilea, prin una din metodele: a) branșarea orologiilor și

Scanned with OKEN Scanner

aparatelor orare cu mecanism sincronizat la rețelele de curent alternativ cu frecvență constantă; b) aducerea periodică la oră a acelor indicatoare; c) indicarea periodic sau continuu a orei prin semnale sau anunțarea lor prin telefon, de către aparate sau instalații speciale (orologiu vorbitor).

Transmiterea unității de timp de la etalonul național pînă la ceasornicele obișnuite, este reprezentată în schema de principiu (fig. 142). În tabela 115 sînt indicate mijloacele de măsurare a timpului cuprinse la verificare.

Tabela 115

Mijloace de măsurare a timpului, cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricație, reparație ori import	Observații
1	Instalații de verificarea cronometrelor	1	O.S.M.
2	Cronometre de buzunar	1	—
3	Cronometre electrice și electronice, milisecundometre	1	—
4	Ceasuri cronometre	1	—
5	Cronografe	1	—
6	Cronometre de bord	1	O.S.M.

2. VITEZA

A. *VITEZA LINIARĂ*

a. Definiții și unități

Viteză liniară: mărime vectorială de stare instantanee a unui punct material față de un sistem de referință, egală cu limita cîtului vectorului coardă care subîntinde pe traiectorie arcul parcurs de mobil, prin timpul n care l-a parcurs, cînd acest timp tinde către zero $\left(v = \frac{dr}{dt}\right)$, respectiv spațiul parcurs de un mobil în unitatea de timp $\left(v = \frac{l}{t}\right)$. Dimensiuni: $[v] = LT^{-1}$. Unități de măsură: m/s (unitate S I), km/h (unitate folosită

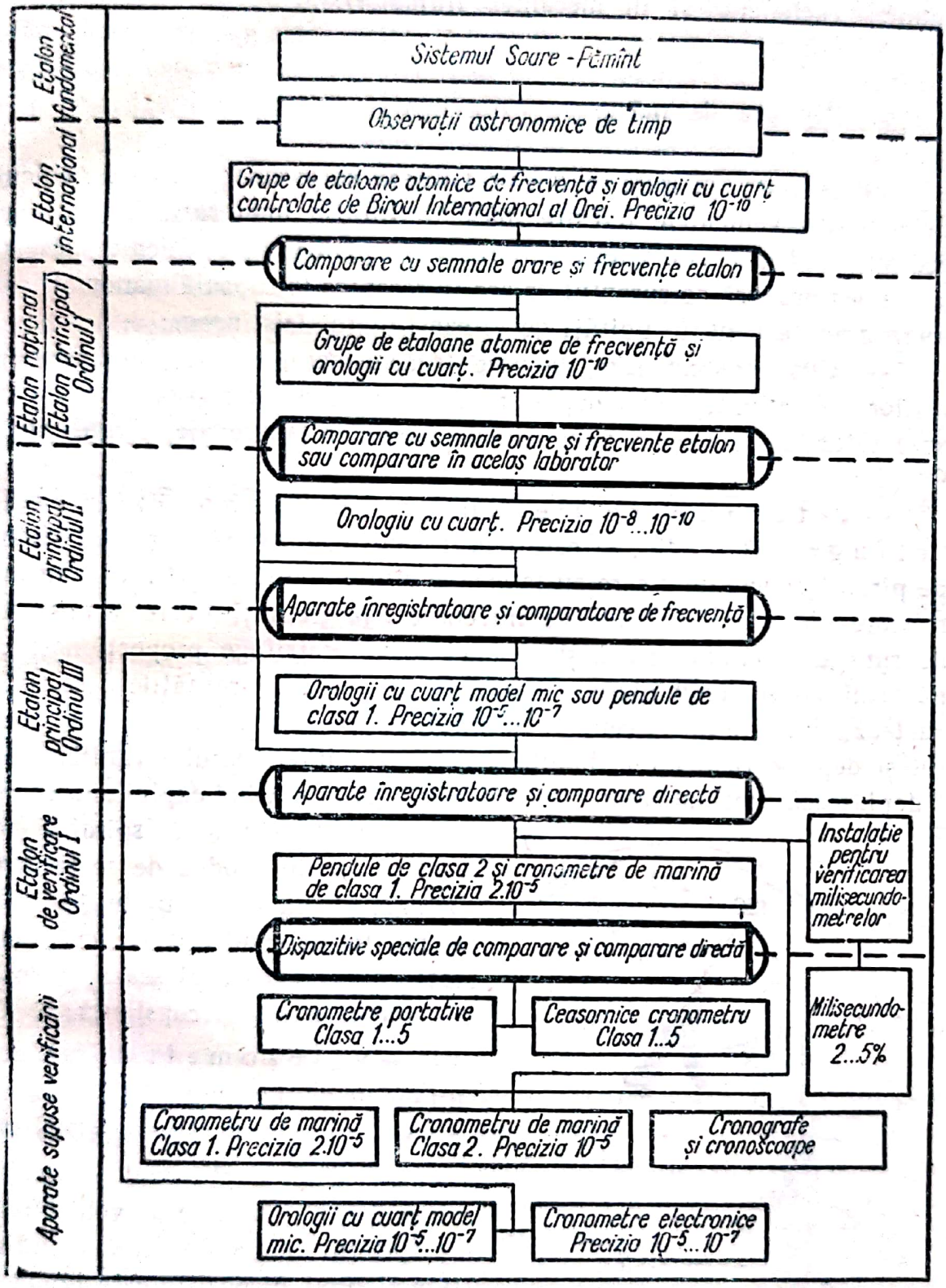


Fig. 142. Schema de principiu de transmitere a unității de timp.

Scanned with OKEN Scanner

în transporturi terestre). *Nod*: o milă marină pe oră (1 Nd = 1 Mm/h = 1852 m/h; se folosește în marină). *Mach* viteza sunetului în aer la 15°C și presiune normală. 1 Mach = 340 m/s = 1224 km/h (se folosește în tehnica rachetelor și în mecanica fluidelor).

b. Mijloace de măsurare

Vitezometre: aparate de măsurat viteza de circulație a unui vehicul. Cele pentru vehiculele terestre măsoară turația unei roți, indicația pe cadran fiind dată în viteză liniară. Cele pentru aerovehicule măsoară presiunea produsă de curentul de aer în receptor (o capsulă manometrică), scara gradată fiind în unități de viteză liniară. Distingem:

— *vitezometre mecanice*, la care transformarea vitezei unghiulare a roților vehiculului într-o deplasare a acului indicator proporțională cu acea viteză se realizează prin sisteme mecanice (angrenaje, pîrghii etc.). Pot fi:

— vitezometre mecanice cu dispozitiv centrifugal (fig. 143), la care mecanismul este format dintr-un sistem de pîrghii articulate *4* care au la capete cîte o greutate *5* și care transmit mișcarea de rotație a axului de antrenare *1* la greutăți *5* care în mișcarea de rotație căpătată dau naștere unei forțe centrifuge proporționale cu pătratul vitezei unghiulare a axului de antrenare. Greutățile *5* se îndepărtează datorită forței centrifuge, pîrghiile articulate *4* își schimbă poziția și deplasează o piesă mobilă *2* care prin intermediul pîrghiilor *7* și *8* deplasează acul indicator *9* în fața scării gradate. Cînd cuplul antagonist care ia naștere în arcul spiral *6* este egal cu cuplul produs de forța centrifugă, pîrghiile articulate *4* se află în poziție de echilibru și acul indicator nu se mai deplasează, respectiv indică o viteză constantă;

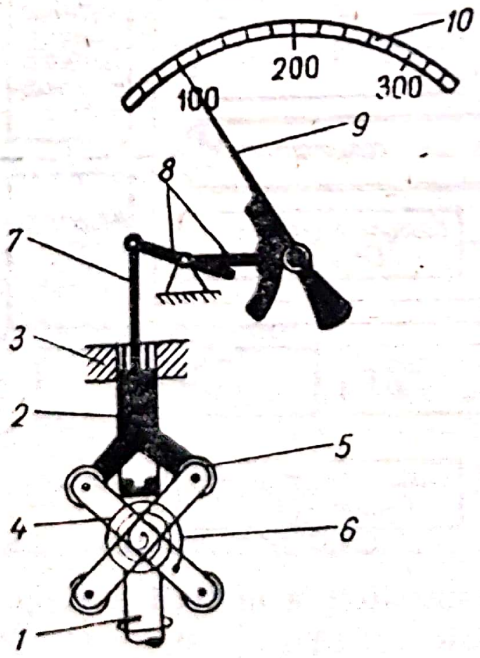


Fig. 143. Vitezometru mecanic cu dispozitiv centrifugal.

— vitezometre mecanice cu dispozitiv cronometric, la care axul de antrenare deplasează acul indicator proporțional cu viteza vehiculului cu ajutorul unui angrenaj de roți dințate și unui dispozitiv care cuplează sau decuplează acul indicator de axul de antrenare, la comanda ritmică a unui mecanism de orologerie alcătuit din balansier și arc;

Scanned with OKEN Scanner

— *vitezometre cu curenți turbionari (Foucault)* sînt alcătuite dintr-un magnet permanent care se rotește solidar cu axul de antrenare în fața unui clopot de aluminiu în care se induc curenți turbionari care interacționînd cu cîmpul magnetului permanent dau naștere unui cuplu proporțional cu turația. Un arc spiral produce un cuplu rezistent care se opune cuplului activ. Acul indicator este solidar cu clopotul de aluminiu și ocupă o poziție pentru care cele două cupluri sînt egale și care depinde de viteza de rotație a magnetului, respectiv de viteza autovehiculului.

Vitezometrele pentru autovehicule se verifică inițial, și periodic, în conformitate cu Instrucțiunile 148-60. Verificarea indicațiilor se face cu un turometru-etalon al cărui ax de antrenare se cuplează la un dispozitiv la care se cuplează și axul de antrenare al vitezometrului de verificat. Verificarea se face pentru toate vitezele pe care le poate atinge vehiculul respectiv. Numărul de rotații pe minut N al axului de antrenare al turometrului-etalon (și al vitezometrului) care corespunde vitezei de deplasare a vehiculului v considerată în km/h este $N = \frac{50}{6\pi r \cdot i} v$, unde r = raza anvelopelor în metri, i = raportul de transmitere a turației roților la axul de angrenare. Eroarea vitezometrului este dată de relația $\varepsilon = \frac{N - N'}{N} v$, unde v = viteza indicată de vitezometru, N valoarea calculată pentru viteza v și N' = numărul de rotații pe minut indicat de turometrul-etalon. Eroarea tolerată este $\pm$ 4% din domeniul de măsurare. (Exemplu: la un vitezometru cu domeniu de măsurare 0 ... 100 km/h eroarea tolerată este $\pm$ 4 km/h pentru orice reper al scării). (Verificarea se poate face și pe o șosea marcată cu borne, folosind un cronometru etalon).

Anemometre, folosite la măsurarea vitezei gazelor, a vîntului, a vitezei relative a avionului în raport cu aerul înconjurător etc. Sînt particularizate constructiv pentru indicarea vitezei medii, în care caz unele sînt alcătuite dintr-o morișcă cu palete sau cu cupe cuplată cu un contor, sau pentru indicarea vitezei instantanee, în care caz sînt alcătuite dintr-o morișcă cu cupe cuplată cu un magnet circular care produce un cîmp magnetic rotitor proporțional cu viteza unghiulară a magnetului și care deplasează indusul în fața unei scări gradate. Alte tipuri, ca de ex. anemometrele cu termometru încălzit, se compun din două termometre, unul încălzit cu o rezistență electrică și altul neîncălzit. Expuse curentului de aer, viteza curentului de aer (v) este dată de relația

$$v = \left[\frac{k_1 \Delta T}{Q - k_0 \Delta T}\right]^2$$

Scanned with OKEN Scanner

în care k_0 și k_1 sînt constante ale aparatului stabilite experimental; ΔT este diferența de temperatură a celor două termometre și Q — cantitatea de căldură degajată de rezistența electrică ($Q = RI^2t$). După tipul constructiv, se verifică fie ca un contor, fie ca un aparat electric, fie ca termometre, în conformitate cu prescripțiile pentru acestea.

Înregistratoare de distanță parcursă (kilometraje): aparate pentru măsurat distanța parcursă de autovehicule denumite kilometraje. De obicei sînt montate în aceleași carcase cu vitezometrele, în care caz axul de antrenare servește și pentru antrenarea vitezometrelor. Funcționarea se bazează pe relația $L = k \cdot N$, în care L este distanța parcursă, N numărul de rotații al roților autovehiculului și k circumferința de rulare a acestora. Pot fi kilometraje totalizatoare (care însumează numărul de kilometri parcurși, indiferent de sensul deplasării), kilometraje totalizatoare și scăzătoare (care însumează numărul de kilometri parcurși la mersul înainte și îi scade pe cei parcurși la mersul înapoi) și kilometraje cu totalizator suplimentar, prevăzut cu dispozitiv de anulare a totalizării după fiecare cursă.

Eroarea tolerată a indicațiilor la verificarea pe teren (10 km) pe o șosea cu borne de distanță măsurată este de $\pm$ 3% din distanța parcursă, iar la verificarea în laborator (cu ajutorul unei instalații prevăzută cu numărător de rotații etalon) de $\pm$ 0,1 din constanța kilometrajului [1]). Kilometrajul nu se montează decît pe autovehicule a căror constantă [2]) este egală cu aceea a kilometrajului, cu o abatere de $\pm$ 1%. La verificarea pe șosea, vehiculul încărcat la sarcina maximă adus la borna zero, se ridică pe cric, i se lasă să funcționeze motorul pînă cînd indicațiile kilometrajului se modifică cu o unitate, apoi se scoate cricul, se pornește vehiculul pe șosea cu viteze variate și se oprește cînd indicația kilometrajului a crescut cu 10 km și se măsoară distanța dintre vehicul și borna de 10 km, care nu trebuie să depășească 300 m, contrariu se respinge la verificare. Verificarea se face la fabricație (sau import) și după fiecare reparație, în conformitate cu prevederile din instrucțiunile 172-62; marca se aplică pe carcasa aparatului, pe legătura cablului flexibil cu kilometrajul și pe angrenajul demultiplicator de la cutia de viteză.

---

[1]) Constanța kilometrajului este numărul de rotații imprimat axului de antrenare pentru ca indicația kilometrajului să crească cu 1 km.

[2]) Constanța vehiculului este dată de relația $1/2\pi i R_a$, în care R_a = raza activă a anvelopelor autovehiculului, conform STAS 629-56 i = raportul de demultiplicare, adică raportul dintre numărul de rotații al roților vehiculului și numărul de rotații corespunzător, al cablului flexibil al kilometrajului.

Scanned with OKEN Scanner

B. *VITEZA UNGHIULARĂ ŞI DE ROTAŢIE* [1])

a. Unităţi de măsură

Radianul pe secundă (simbol: rad/s): viteza unghiulară a unui punct în mişcare circulară uniformă, cînd raza vectoare [2]) descrie un unghi la centru de un radian în fiecare secundă. (Unitate derivată în SI şi în alte sisteme coerente).

Rotaţie pe minut (simbol rot/min): viteza unghiulară a unui punct în mişcare circulară uniformă cînd raza vectoare descrie un unghi la centru de 2 π radiani în fiecare minut. Rot/min $= \frac{2\pi}{60}$ rad/s;

— *rotaţie pe secundă* (simbol: rot/s): Rot/s $= 2\pi$ rad/s.

b. Mijloace de măsurare

Turometre (denumite şi tahometre): aparate folosite la măsurarea vitezei unghiulare a arborilor în rotaţie, exprimată în rotaţii pe minut sau în rotaţii pe secundă. Pot fi cu funcţionare temporară (cuplaj prin fricţiune) sau cu funcţionare continuă (cuplaj permanent). Distingem:

— *turometre mecanice*, care, în funcţie de principiul de funcţionare, de dispozitivele cu care sînt echipate, de detaliile constructive etc, pot fi:

— turometre mecanice cu dispozitiv centrifugal (fig. 144) au mecanismul la fel ca la vitezometrele cu dispozitiv centrifugal (fig. 143). Axul turometrului *1*, care este prelungit în afara carcasei, permite cuplarea la axul a cărei turaţie se măsoară;

— turometre cronometrice (fig. 145) care sînt alcătuite dintr-un contor de rotaţii şi un cronometru, cu cuplare simultană şi decuplare automată. Numărul rotaţiilor axului *1* sînt indicate pe cadranul *2* iar durata de timp dintre cuplare şi decuplare pe cadranul *3*. Un buton *4* serveşte la schimbarea raportului de demultiplicare. Durata de cronometrare este de 30 ... 60 s;

— turometre cu dispozitiv hidrocentrifugal (fig. 146), care sînt alcătuite dintr-un tub de sticlă închis la ambele capete şi umplut parţial cu un lichid. Funcţionează în poziţie verticală, fixate

---

[1]) Viteza unghiulară ω este definită de relaţia $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$, unde $\Delta\varphi$ este unghiul corespunzător cercului parcurs de un punct material în timpul Δt. Notînd cu R raza cercului descris de punctul material, între viteza liniară v şi viteza unghiulară ω, avem relaţia $v = \omega R$. Timpul necesar unui mobil să parcurgă întreaga traiectorie se numeşte perioadă, simbol T. Inversul perioadei, $1/T$ se numeşte turaţie, simbol N; reprezintă numărul de rotaţii în unitatea de timp. Într-o perioadă T, unghiul $\Delta\varphi$ creşte cu 2 π şi deci $\omega = 2\pi/T = 2\pi N$.

[2]) Rază vectoare: raza care uneşte centrul traiectoriei cu punctul mobil.

Scanned with OKEN Scanner

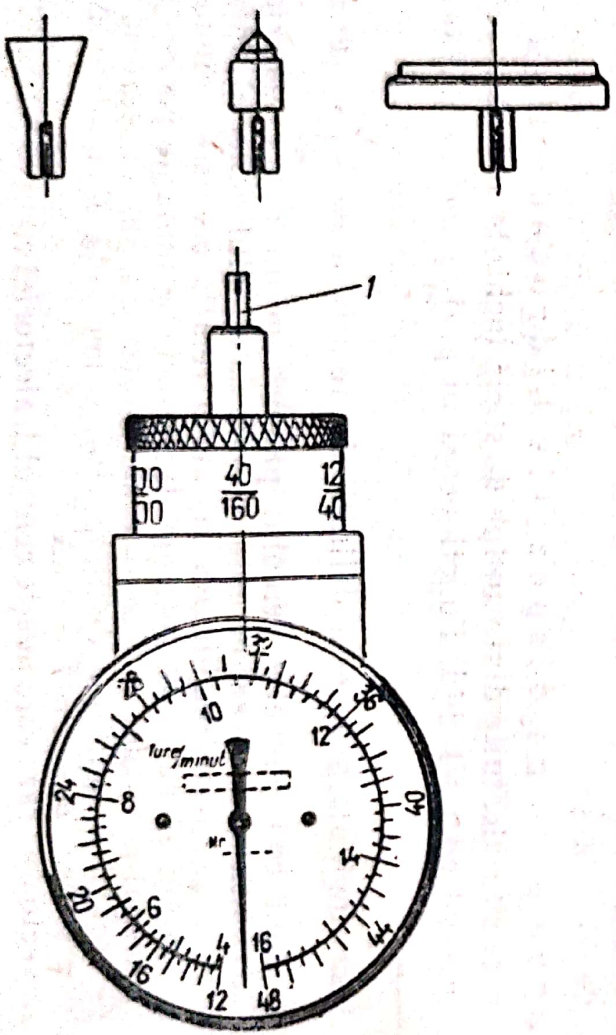


Fig. 144. Turometru mecanic cu dispozitiv centrifugal.

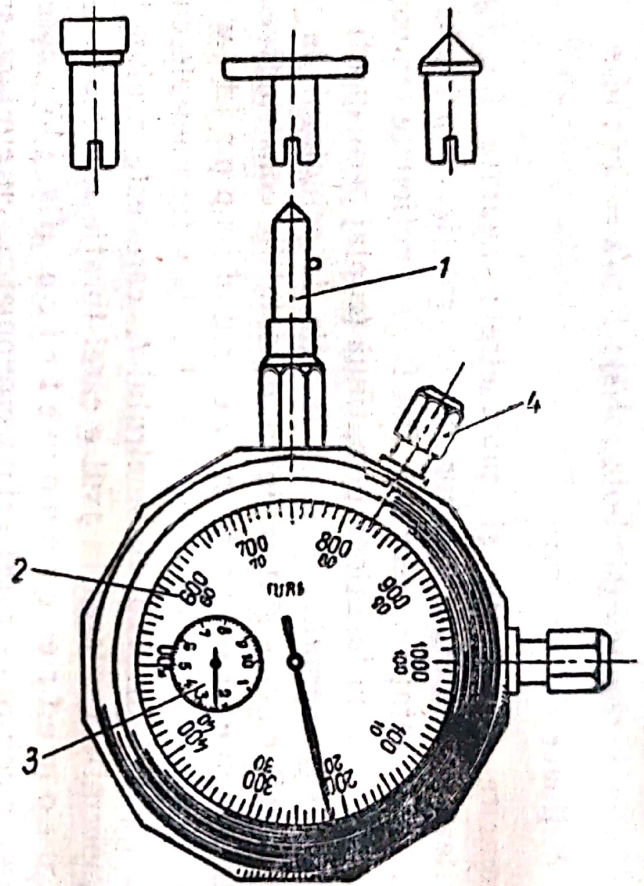


Fig. 145. Turometru cronometric.

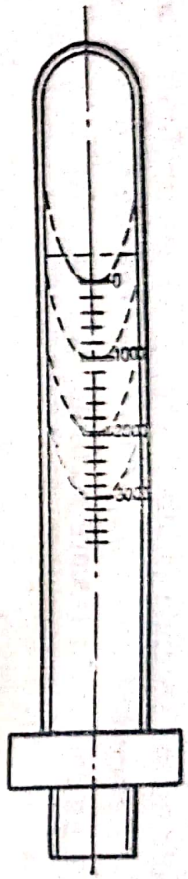


Fig. 146. Turometru cu dispozitiv hidrocentrifugal.

solidar şi coaxial cu arborele care se roteşte. Datorită forţei centrifuge suprafaţa lichidului ia forma unui paraboloid cu vîrful în jos, viteza de rotaţie fiind citită la punctul de tangenţă a vîrfului cu reperul de pe scara gradată corespunzător;

— turometre pneumatice, care sînt alcătuite dintr-o mică turbină al cărei ax este cuplat rigid cu axul turometrului. Aerul împins de turbină comandă o clapetă care prin intermediul unei lame-arc antrenează un sistem de pîrghii şi roţi dinţate, care deplasează acul indicator;

— *turometre electrice*, care pot fi:

— turometre cu generator de curent, continuu sau alternativ, (denumite şi turometre inductive). Cele de curent continuu sînt alcătuite dintr-un dinam al cărui rotor este antrenat de axul căruia i se măsoară turaţia şi dintr-un voltmetru magnetoelectric conectat la dinam şi gradat în rot/min, pentru reglaj fiind introdusă (în serie) o rezistenţă. Cele de curent alternativ, sînt alcătuite dintr-un alternator monofazic avînd rotorul dintr-un magnet permanent, aparatul indicator fiind un voltmetru ferodinamic sau magnetoelectric, sau chiar un frecvenţmetru;

— turometre cu impulsuri de curent, care sînt formate dintr-un dispozitiv care permite trimiterea în circuitul unui aparat de măsurat a unor impulsuri de curent de aceiaşi valoare, a căror frecvenţă este în funcţie de turaţia de măsurat a axului, deviaţia acului indicator (care este proporţională cu valoarea medie a curentului în unitatea de timp) depinzînd de turaţia axului;

— turometre cu curenţi Foucault (denumite şi turometre magnetice) alcătuite dintr-un magnet care se roteşte (solidar cu axul a cărui turaţie se măsoară), în faţa unui clopot metalic ţinut într-o poziţie anumită de un arc spiral antagonist, solidar cu axul acului indicator. Rotirea magnetului induce curenţi Foucault în clopot a căror interacţiune cu magnetul permanent fac ca clopotul să se rotească în sensul rotirii magnetului. Cuplul care se formează între clopot şi magnet, dă în funcţie de cuplul antagonist al arcului, o poziţie de echilibru corespunzătoare valorii turaţiei;

— *turometre optice*, care pot fi:

— turometre stroboscopice, bazate pe principiul iluminării intermitente a unui disc cu repere (sau a unor repere trasate chiar pe arborele a cărui turaţie se măsoară). Pot fi cu frecvenţa impulsurilor luminoase constantă (în care caz pe arborele care se roteşte se cuplează rigid un disc cu mai multe rînduri de repere, variate ca număr) sau variabilă (în care caz se trasează un singur reper pe faţa frontală a arborelui); în ambele cazuri, turaţia care corespunde unei imagini staţionare a reperelor de pe disc sau a reperului de pe arbore, este turaţia măsurată;

Scanned with OKEN Scanner

— turometre fotoelectrice, care folosesc descărcarea unui condensator comandat de o celulă fotoelectrică, iluminată de o rază de lumină reflectată de o oglindă fixată pe faţa laterală a arborelui a cărui turaţie se măsoară, aparatul indicator fiind un logometru. Sînt utilizate pentru turaţii mai mari de 300 rot/min.

Erorile tolerate la turometrele etalon sînt de 0,2%, iar la cele tehnice clasa 1, de 0,5%, la clasa 2, de 1,0%, la clasa 3, de 2% şi la clasa 4, de 4%. Se verifică prin comparaţie cu un turometru etalon, folosind un aparat de rotaţie de viteză variabilă, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 126-58. Se verifică iniţial şi periodic, cele mecanice portabile la 1 an, cele mecanice de tablou la 3 ani şi toate celelalte, la 2 ani.

Contoare de rotaţie (contoare de ture, tahografe): aparate care măsoară numărul total de rotaţii efectuate de un organ rotativ al unei maşini etc, într-un anumit interval de timp. Pot fi:

— *contoare de rotaţii cu tambure*, alcătuite dintr-un ax de antrenare şi din mai multe tambure pe care se află imprimate cifre de la 0 la 9 (fiecare tambur corespunzînd la unităţi, zeci, sute etc. de rotaţii) şi dintr-un ansamblu de roţi dinţate care determină rotirea tamburelor. La o rotire completă a tamburului de unităţi, tamburul de zeci se roteşte cu o zecime, la o rotire completă a celui de zeci, tamburul de sute se roteşte cu o sutime, şi aşa mai departe;

— *contoare de rotaţii cu ace indicatoare*, alcătuite dintr-un ax de antrenare, un sistem de roţi dinţate pentru demultiplicări şi un dispozitiv indicator alcătuit dintr-un cadran circular pe care se află una sau două scări gradate, în faţa cărora se deplasează acul, respectiv acele indicatoare.

Verificarea se face pe o instalaţie la care un motor electric roteşte cu aceeaşi viteză mai multe axe la care se cuplează axele de antrenare ale contoarelor de verificat şi al contorului etalon, (verificare prin comparaţie). Erorile nu trebuie să depăşească $\pm$ 1 rotaţii.

Transmiterea unităţii de viteză de rotaţie, se realizează potrivit schemei din fig. 147.

3. FRECVENŢA

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Frecvenţă [1]: mărimea care caracterizează mişcările şi în general oscilaţiile şi undele periodice de orice natură, valoarea ei fiind dată de

---

[1]) Între frecvenţa f, pulsaţia ω şi lungimea de undă λ ale unei unde sinusoidale care se deplasează cu viteza v există relaţia:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{\lambda}, \text{ unde } \lambda = vT$$

Scanned with OKEN Scanner

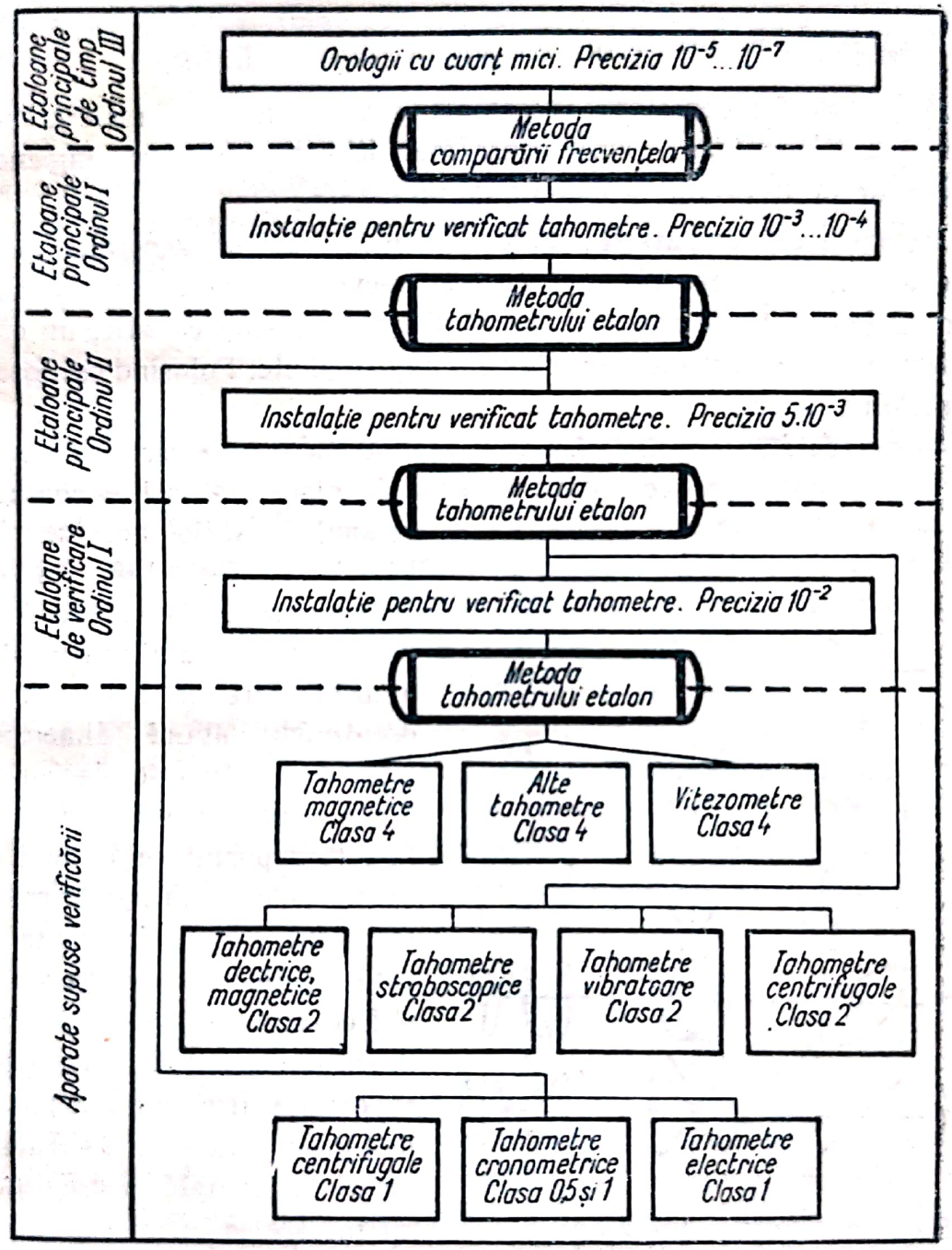


Fig. 147. Schema de principiu de transmitere a unității de rotație.

Scanned with OKEN Scanner

numărul de oscilaţii complecte (cicluri) care se produc în unitatea de timp (de unde, rezultă că frecvenţa este inversă perioadei T, adică $f = 1/I$. Dimensiuni: $[f] = T^{-1}$.

Hertz (Hz) unitatea de măsură a frecvenţei egală cu un ciclu pe secundă.

B. *METODE DE MĂSURARE*

Măsurarea frecvenţelor[1]) se face prin metode de comparaţie[2]), metode bazate pe rezonatoare mecanice, metode care folosesc impendanţe dependente de frecvenţă şi metode de numărare.

Metodele de comparaţie: metode care folosesc un generator de tensiune alternativă, de referinţă (avînd frecvenţa cunoscută), cu care se compară frecvenţa de măsurat, folosind un osciloscop catodic, un circuit nelinear, un tub electronic, un element cuproxid etc. Folosind osciloscopul catodic distingem:

— *metoda figurilor Lissajoux*, în care semnalele ale căror frecvenţe se compară se aplică pe cele două perechi de plăci ale osciloscopului, pe ecranul acestuia apărînd figuri Lissajoux (fig. 148) în cazul cînd raportul celor două frecvenţe este un număr raţional, sau o curbă care se înscrie într-un dreptunghi avînd dimensiunile laturilor în funcţie de amplitudinea celor două semnale, în cazul în care raportul celor două frecvenţe nu este un număr raţional. Raportul dintre frecvenţa aplicată plăcilor de deviaţie verticală şi frecvenţa aplicată plăcilor de deviaţie orizontală, este egal cu raportul dintre numărul punctelor de tangenţă ale figurii obţinute (cu latura orizontală a dreptunghiului în care se înscrie) şi numărul

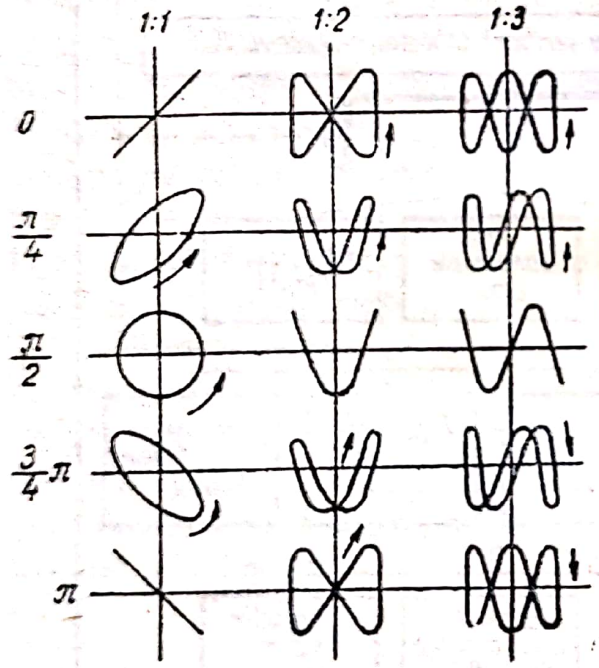


Fig. 148. Figuri Lissajoux.

[1]) Distingem „frecvenţa industrială“ (de reţea), cuprinsă între 16 $^2/_3$ şi 60 Hz (în ţara noastră 50 Hz); frecvenţe vocale“ (telefonice), cuprinse între 200 şi 3400 Hz; „frecvenţe audio“ (muzicale), cuprinse între 16 şi 20 000 Hz; „frecvenţe video (pentru televiziune) cuprinse între 0 Hz şi 10 MHz; „frecvenţe radio“ cuprinse între zeci de mii de herţzi şi sute de milioane de megaherţzi, adoptate prin convenţii speciale.

[2]) Se prezintă numai metodele de comparaţie, celelalte metode rezultînd din descrierea mijloacelor de măsurare, a căror funcţionare se bazează pe una din celelalte metode.

Scanned with OKEN Scanner

punctelor de tangență cu latura verticală a dreptunghiului. Cînd raportul este prea mare figura Lissajoux este complicată, fapt pentru care nu se utilizează metoda dacă raportul frecvențelor este mai mare ca 10. Cînd frecvențele sînt egale, figura este o elipsă a cărei excentricitate depinde de raportul amplitudinilor semnalelor și de defazajul dintre ele și ea poate degenera într-o dreaptă dacă diferența de fază φ este un număr întreg de π (adică $\varphi = n\pi$), sau într-un cerc, dacă diferența este $\pi/2$. Cînd frecvențele diferă puțin, elipsa este mobilă în jurul centrului său, timpul T în care face o rotație (adică perioada) fiind egal cu inversul diferențelor frecvențelor, adică

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{f_2 - f_1}.$$

În acest caz, diferența celor două frecvențe se obține cronometrînd durata unei rotații a elipsei;

— *metoda modulării spotului în intensitate*, în care semnalul cu frecvența mai mică servește la producerea cu ajutorul unui circuit RC a unei deplasări circulare a spotului iar semnalul cu frecvența mai mare, transformat prealabil din sinusoidal în dreptunghiular, se aplică între catod și grila de comandă a luminozității tubului. Cînd semnalul este pozitiv, pe ecran apare un arc de cerc; cînd este negativ, pe ecran nu apare nimic, fasciculul de electroni dat de catod fiind blocat. Cînd raportul frecvențelor este un număr rațional N, pe ecran vor apărea N arcuri de cerc. Cînd raportul este apropiat de un număr rațional imaginea se va mișca, diferența dintre cele două frecvențe în funcție de perioadele lor fiind

$$T_1 - NT_2 = \frac{T_1}{N};$$

— *metoda modulării vitezei electronilor*, în care semnalul cu frecvența mai mică produce deplasarea circulară a spotului cu ajutorul unui circuit RC (ca la metoda precedentă), semnalul cu frecvența mai mare fiind aplicat în serie cu anodul de accelerare a electronilor. Cînd semnalul este pozitiv electronii sînt accelerați mai puternic și cercul are raza mai mică. Cînd semnalul este negativ, cercul are raza mai mare. Cînd semnalul trece alternativ prin valori pozitive și negative, cercul capătă o margine dantelată. Raportul frecvențelor comparate este egal cu numărul ondulațiilor complete ale figurilor obținute;

— *metoda sincronizării bazei de timp*, în care semnalul frecvenței de măsurat se aplică plăcilor de deviație verticală, iar semnalul bazei de timp sincronizat cu un semnal exterior, etalon, la plăcile de deviație orizontală. Numărul de perioade ale semnalului apărut pe ecran este egal cu raportul frecvențelor.

Scanned with OKEN Scanner

C. *MIJLOACE DE MĂSURARE*

Frecvenţmetre: aparate de măsurat frecvenţa unei mărimi periodice. Sînt particularizate constructiv corespunzător metodei de măsurare folosite, precum şi domeniului frecvenţelor de măsurat.

Pentru domeniul frecvenţelor industriale, distingem:

— *frecvenţmetre electromagnetice cu lamele vibrante*, care sînt bazate pe rezonanţă mecanică şi sînt alcătuite dintr-o serie de lamele vibrante cu perioade proprii diferite, eşalonate din Hz în Hz sau jumătăţi de Hz, excitate de un electromagnet prin a cărui bobină trece curentul a cărui frecvenţă f se măsoară. Cum forţa de atracţiune a lamelelor are o frecvenţă dublă de frecvenţa f a curentului, lamela cu frecvenţa proprie cea mai apropiată de valoarea $2f$, va avea elongaţia cea mai mare şi în dreptul ei se citeşte frecvenţa măsurată. Pentru mai mare vizibilitate, capătul liber al lamelelor este îndoit şi vopsit în alb. Pot fi: cu acţionare directă, în care caz lamelele vibrante sînt fixate pe o traversă metalică rigidă iar acţionarea electromagnetică se face direct asupra lor (fig. 149) în care *1* este una din lamelele vibrante, *2* piesă pentru încastrare, *3* capătul lamelei indoit în formă de steguleţ, *4* electromagnet şi bobina *5*; cu acţionare indirectă, în care caz lamelele sînt fixate de o bară susţinută de două benzi elastice, iar acţionarea electromagnetului asupra lamelelor se transmite prin intermediul unei bare de fier moale (fig. 150), în care *1* este una din lamelele vibrante, *2* bara de care sînt fixate lamelele, *3* benzile elastice, *4* bara de fier moale, *5* electromagnetul. Cele cu acţionare directă sînt mai sensibile şi se pot construi pentru frecvenţe pînă la 1 500 Hz. Cele cu acţionare indirectă nu pot fi utilizate decît pentru frecvenţe între 10 şi 100 Hz;

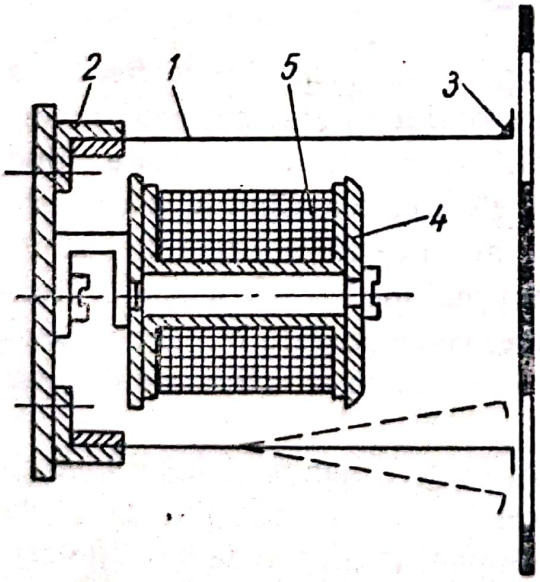


Fig. 149. Frecvenţmetru electromagnetic cu acţiune directă.

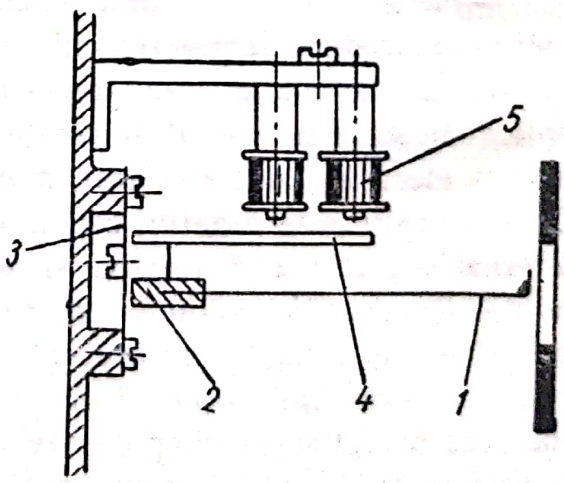


Fig. 150. Frecvenţmetru electromagnetic cu acţiune indirectă.

Scanned with OKEN Scanner

— *frecvenţmetre electrostatice cu lamele vibrante*, la care acţionarea lamelelor se face de cîmpul electrostatic al unui condensator (dar care au marele dezavantaj că necesită o tensiune de cîteva sute de volţi, fapt pentru care sînt rar întîlnite);

— *frecvenţmetrele logometre sistem electrodinamic*, a căror schemă electrică este reprezentată în fig. 151. Între bornele *1* şi *2* ale aparatului,

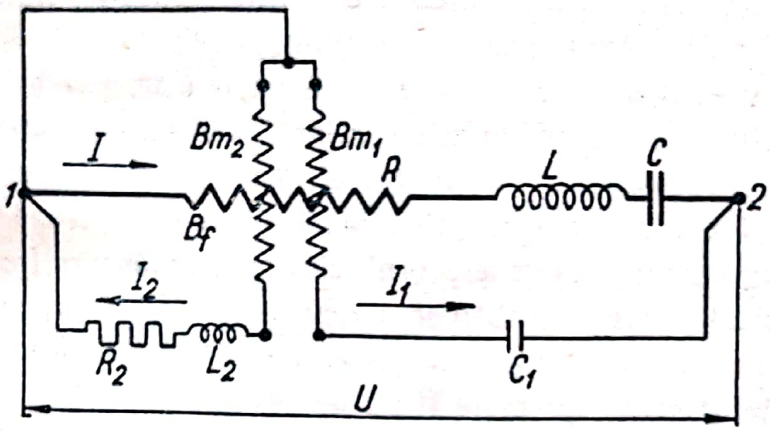


Fig. 151. Schema frecvenţmetrului logometru electrodinamic.

la care se aplică tensiunea sinusoidală de valoare eficace U a cărei frecvenţă f se măsoară, se găseşte bobina fixă B_f, legată în serie cu un condensator şi o bobină de capacitate C şi inductivitate L, alese astfel încît să fie în rezonanţă la frecvenţa medie f_0 a scării adică

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Se mai găsesc două bobine mobile Bm_1 şi Bm_2 fixate încrucişat la 90° pe acelaşi ax, Bm_1 fiind legată în serie cu un condensator cu capacitate C_1, iar cealaltă Bm_2, în serie cu o bobină de rezistenţă R_2 şi inductivitate L_2. Tensiunea determină curentul I prin bobina fixă şi curentul I_1 prin bobina mobilă Bm_1, iar tensiunea electromotoare indusă de fluxul Φ al bobinei fixe în bobina mobilă Bm_2, face ca prin aceasta să circule curentul I_2. La frecvenţa medie f_0, curentul care circulă prin bobina fixă este în fază cu tensiunea U, iar curentul I_1, datorită condensatorului C_1 este în avans cu $\pi/2$ faţă de U, fapt pentru care cuplul electrodinamic mediu dintre bobina fixă şi bobina mobilă Bm_1 este nul. Deoarece bobina Bm_2 are spirele paralele cu liniile magnetice ale cîmpului inductor, cînd echipajul mobil este în poziţie corespunzătoare frecvenţei medii, cuplul antagonist al bobinei Bm_2 este nul, deoarece prin ea nu mai trece curentul I_2 (tensiunea electromotoare anulîndu-se). Cînd frecvenţa ce modifică unghiul dintre curenţii I şi I_1 este diferit de $\pi/2$ şi echipajul mobil deviază şi face să apară în bobina Bm_2 o tensiune indusă şi deci un curent I_2 care determină un cuplu antagonist cu atît mai mare, cu cît unghiul de deviere e mai mare.

Scanned with OKEN Scanner

Acest tip de frecvenţmetru se utilizează pentru benzi de frecvenţă foarte strînse (de ordinul $\pm$ 2 ... 5 Hz faţă de frecvenţa medie f_0).

— *Pentru domeniul telecomunicaţiilor*, distingem:

— frecvenţmetre heterodine, alcătuite dintr-un oscilator electronic cu frecvenţă variabilă, un amplificator al semnalului frecvenţei de măsurat, un tub electronic şi un inductor (cască telefonică sau aparat indicator) pentru punerea în evidenţă a bătăilor nule. Se folosesc în frecvenţele radio. Au precizia de ordinul 0,1%;

— frecvenţmetre de rezonanţă electrică, care sînt alcătuite dintr-un circuit oscilant bobină — condensator şi un aparat indicator conectat în circuit (care poate fi un voltmetru electronic cu diodă cu vid sa ucu germaniu). Pentru măsurare se cuplează slab inductiv bobina frecvenţmetrului la generatorul căruia i se măsoară frecvenţa şi se variază capacitatea pînă la obţinerea rezonanţei, frecvenţa calculîndu-se în funcţie de inductivitatea şi capacitatea circuitului. Se folosesc la măsurarea frecvenţelor radio, precizia fiind de cel mult 0,1%;

— frecvenţmetre cu punte, care sînt alcătuite dintr-o punte, cu rezistoare, bobine şi condensatoare, tarată direct în frecvenţe şi dintr-un indicator de zero (cască telefonică). Pentru măsurare se reglează elementele punţii şi se variază frecvenţa de echilibru pînă la obţinerea minimului la indicator. Se folosesc la măsurarea frecvenţelor audio, precizia fiind de ordinul 1%;

— frecvenţmetre cu citire directă, care sînt alcătuite dintr-un circuit (al cărui curent mediu este proporţional cu frecvenţa de măsurat) un limitator (la care pentru valori în anumite limite ale tensiunii la intrare, amplitudinea tensiunii la ieşire este constantă) şi un condensator de capacitate cunoscută. Intensitatea medie a curentului care trece prin condensator, proporţională cu frecvenţa, nu depinde de amplitudinea tensiunii aplicate la intrarea limitatorului. Se folosesc pentru măsurări în domeniul 20 ... 100 000 Hz, precizia fiind de ordinul 2%. Variante: cu releu mecanic sau electronic comandat de semnalul a cărui frecvenţă se măsoară care încarcă şi descarcă un condensator în fiecare perioadă a semnalului;

— frecvenţmetre cu numărare, care sînt alcătuite dintr-un dispozitiv de numărare (mecanic sau electronic) a unor impulsuri cu frecvenţa egală (sau un submultiplu) cu frecvenţa de măsurat, un cronometru electronic care comandă începerea şi terminarea numărării şi un circuit care transformă semnalul de la intrare într-un şir de impulsuri. Se folosesc pentru frecvenţe pînă la 10 MHz, precizia (care depinde de stabilitatea frecvenţei oscilatorului de cuarţ al cronometrului electronic) este de ordinul 0,001%.

Frecvenţmetrele se verifică iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 198-65.

Scanned with OKEN Scanner

D. *PĂSTRAREA ŞI TRANSMITEREA UNITĂŢII DE FRECVENŢĂ*

Păstrarea unităţiide frecvenţă se realizează prin etaloanele de frecvenţă, respectiv, de etaloanele de păstrare a timpului (deoarece frecvenţa este definită de timp),respectiv de orologiile cu cuarţ şi de etaloanele atomice de frecvenţă,care au precizia între 10^{-8} şi 10^{-10}. Determinarea frecvenţei unui etalon care păstrează unitatea se realizează determinînd frecvenţa f'_u a perioadei cu ajutorul secundei de timp universal uniform provizoriu transmisă prin semnale orare, după care se calculează frecvenţa $f_u = f' + C$, unde C este corecţia corespunzătoare corecţiilor definitive ale semnalelor orare utilizate. Pentru exprimarea ei în funcţie de secunda după timpul efemeridelor (f_E) (conform noii definiţii a secundei) se utilizează relaţia:

$$f_E = f_u \left(1 - \frac{D\Delta T}{31556925{,}9747}\right) = f_u\,(1 - 3{,}1689 \cdot 10^{-8}\, D\Delta T)$$

în care $D\Delta T$ este variaţia anuală a diferenţei ΔT dintre timpul efemeridelor şi timpul universal, provizoriu.

Transmiterea unităţii de frecvenţă se realizează potrivit schemei din fig. 152.

4. ACCELERAŢIA

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Acceleraţie [1]: variaţia, raportată la unitatea de timp, a vitezei unui punct material sau a unui solid rigid, faţă de un sistem de referinţă;

— *acceleraţia liniară* (a): variaţia, raportată la unitatea de timp, a vitezei liniare. Este egală cu derivata în raport cu timpul a vectorului vitezei liniare a mobilului sau egală cu derivata a doua în raport cu timpul a razei vectoare a punctului material în raport cu un punct fix faţă de sistemul de referinţă considerat. Dimensiuni $[a] = LT^{-2}$;

— *acceleraţie unghiulară* (ν) variaţia, raportată la unitatea de timp, a vitezei unghiulare. Este egală cu derivata în raport cu timpul a vectorului vitezei unghiulare a corpului aflat în mişcare circulară. Dimensiuni $[\nu] = T^{-2}$;

---

[1]) Acceleraţia pămîntească (acceleraţia căderii libere) este acceleraţia cu care începe să cadă liber în vid, centrul de masă al unui corp aflat iniţial în repaus, sistemul de referinţă adoptat fiind legat de suprafaţa Pămîntului. Cuprinde atît acceleraţia gravitaţională datorită atracţiei Pămîntului, cît şi acceleraţia centrifugă datorită mişcării de rotaţie a Pămîntului. S-a adoptat pentru acceleraţia pămîntească valoarea 9,80665 ms^{-2} şi s-a numit acceleraţie normală (g_n) care corespunde acceleraţia pămîntească la latitudinea de 45°, la nivelul mării.

Scanned with OKEN Scanner

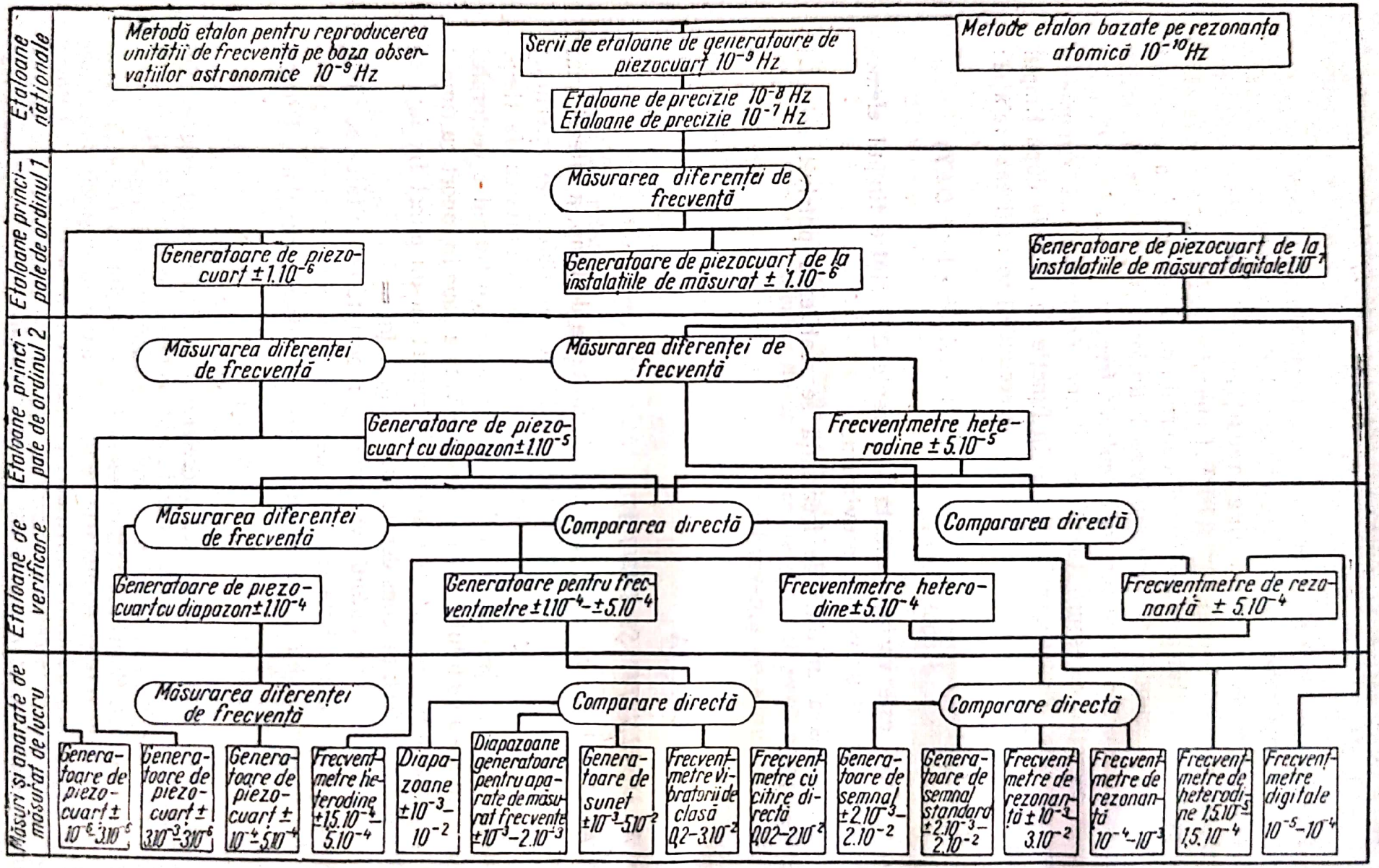


Fig. 152. Schema de principiu de transmitere a unității de frecvență.

Scanned with OKEN Scanner

— *metru pe secundă la pătrat* ($m \cdot s^{-2}$): unitate SI de accelerație liniară egală cu accelerația unui punct în mișcare rectilinie și uniform variată, a cărui viteză se modifică cu un metru pe secundă, în fiecare secundă;

— *gal, sau centimetru pe secundă la pătrat* ($cm \cdot s^{-2}$): unitate CGS de accelerație liniară, egală cu accelerația unui punct în mișcare rectilinie și uniform variată, a cărui viteză se modifică cu un centimetru pe secundă, în fiecare secundă;

— *radian pe secundă la pătrat* ($rad \cdot s^{-2}$): unitatea de accelerație unghiulară în toate sistemele, egală cu accelerația unei mișcări de rotație uniform accelerate în care viteza unghiulară crește într-o secundă cu un radian pe secundă.

B. *METODE DE MĂSURARE A ACCELERAȚIEI CĂDERII LIBERE*

Metode de determinare absolută: metode prin măsurări absolute. Distingem:

— *metoda pendulului reversibil* [1]) care constă în utilizarea unui pendul reversibil la care poziția cuțitelor (deci a axelor de oscilație O și O') este astfel stabilită încît dreapta OO' să treacă prin centrul de greutate și perioadele de oscilație să fie aproape egale ($T = T'$). În acest caz avem:

$$g = \frac{4\pi^2(l_1^2 - l_2^2)}{l_1T^2 - l_2T^2},$$

unde:

g este accelerația căderii libere, l_1 și l_2 lungimile brațelor pendulului pînă la centrul de greutate ($l_1 + l_2 = \overline{OO'}$), iar T și T' perioadele de oscilație corespunzătoare;

— *metoda căderii libere a corpurilor*, care constă în lăsarea în cădere a unui corp de la o înălțime oarecare și înregistrarea momentelor cînd corpul trece prin dreptul unor puncte așezate în diferite puncte ale traiectoriei. Valoarea lui g este scoasă din relația

$$h = h_0 + v_0t + \frac{g}{2}t^2,$$

în care;

h_0 este distanța inițială, v_0 viteza inițială și h distanța la care se află corpul după timpul t (se utilizează o cameră cilindrică verticală în care cade o riglă acoperită cu o foto-emulsie și cu un dispozitiv optic se

---

[1]) Pendul reversibil = pendul fizic care poate avea succesiv două axe de suspensie paralele, distinate, al căror plan conține centrul de greutate și care sînt situate astfel încît perioadele de oscilație corespunzătoare să fie egale. Acesta are loc cînd fiecare dintre cele două axe este axă de oscilație iar cealaltă axă de suspensie. Este alcătuit dintr-o bară care se poate roti în jurul a două axe perpendiculare pe lungimea ei, determinate de două cuțite asemănătoare cu ale balanțelor.

Scanned with OKEN Scanner

proiectează periodic imaginea unei fante pe riglă, după developare obținîndu-se linii transversale corespunzătoare legii de cădere. În cameră se face vid de 0,2 mm Hg).

Metode de determinare relativă (adică în raport cu o stație de referință la care valoarea lui g a fost determinată [1]) cît mai exact) folosesc un pendul care în stația de referință avea perioada T_0 dată de relația:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{l_0/g_0}.$$

Folosind același pendul într-un alt loc a cărui accelerație g se măsoară, avem pentru perioada T

$$T = 2\pi \sqrt{l_0/g}.$$

Din aceste relații se scoate valoarea lui g

$$g = \frac{T_0^2}{T^2} g_0$$

(aparatele folosite sînt pendule de bronz sau invar cu $l = 25$ cm, de obicei patru pendule, fixate pe același suport, putînd să oscileze două cîte două într-un plan comun care trece prin centrul suportului).

C. *MIJLOACE DE MĂSURARE*

Accelerometre: aparate de măsurat accelerația corpurilor, folosite mai ales pe vehicule și în special pe vehicule aeriene, măsurarea făcîndu-se pentru o singură direcție (de obicei verticală). În cazul în care se urmărește măsurarea după mai multe direcții, se montează tot atîtea accelerometre cîte direcții interesează. Sînt alcătuite, în general, dintr-o masă (greutate) suspendată între două resorturi elicoidale, în interiorul unui tub sau constrînsă să se deplaseze pe un suport linear, fixat prin două lame-resort și dintr-un mecanism care transmite unui ac indicator mișcarea masei. Unele au ca organ de măsurare o capsulă manometrică care indică presiunea exercitată asupra ei de o coloană de mercur. Cele folosite în aviație sînt gradate în multiplii ai accelerației gravitației terestre, considerată $g = 9{,}81$ m/s^2. Servește la stabilirea forțelor de inerție căpătate de avion și pasagerii săi, în zbor.

Accelerografe: accelerometre care înregistrează cu ajutorul unor pîrghii pe o hîrtie gradată aflată pe un cilindru în mișcare de rotație uni-

---

[1]) Măsurările lui g făcute la Biroul Internațional de la Sevres au găsit valori inferioare celei convenționale de 9,81 ms^{-2} stabilite la Potsdam, fapt pentru care s-a recomandat laboratoarelor metrologice să efectueze determinări de mare precizie, pentru a se aduce corecția lui g stabilit la Potsdam.

Scanned with OKEN Scanner

formă, valorile succesive ale acceleraţiei în punctul în care este montat, trasînd o curbă a valorilor acceleraţiei în timp. În fig. 153 este reprezentat principiul de funcţionare al unui accelerograf, în care *1* este masa (greutatea) *2*, un arc şi *3* sistemul de înregistrare pe verticală.

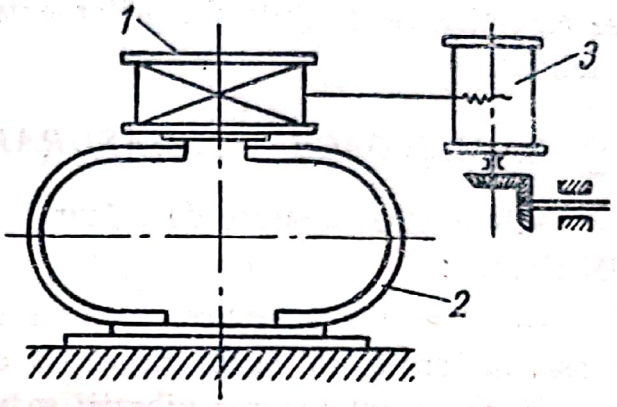


Fig. 153. Principiul de funcţionare al accelerografului.

5. VIBRAŢII

A. *FELUL VIBRAŢIILOR DEFINIŢII*

Vibraţii: oscilaţii cu frecvenţă înaltă şi amplitudine mică;

— *vibraţii paralele*: vibraţii care au aceiaşi perioadă şi care prin compunere dau o vibraţie sinusoidală a cărei pulsaţie este egală cu valoarea comună a pulsaţiilor componente, iar amplitudinea şi faza φ în momentul iniţial, sînt date de relaţiile:

$$a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1),$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{a_1 \sin\varphi_1 + a_2 \sin\varphi_2}{a_1 \cos\varphi_1 + a_2 \cos\varphi_2},$$

relaţii în care a_1 şi a_2 sînt amplitudinele celor două vibraţii, iar φ_1 şi φ_2 fazele acestora;

— *vibraţii perpendiculare*, vibraţii sinusoidale perpendiculare, cu perioadele egale reprezentate prin funcţiile $x = a \sin(\omega t - \varphi_1)$ şi $y = b \sin(\omega t - \varphi_2)$ în care x şi y sînt elongaţiile la un moment dat, a şi b amplitudinile, ω pulsaţia, $\omega t - \varphi$ faza mişcării şi a căror rezultantă va avea drept traiectorie elipsa dată de relaţia:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{ab}\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1).$$

Cînd vibraţiile perpendiculare au perioadele diferite se obţin figuri Lissajoux [1];

---

[1]) Pentru aflarea raportului dintre perioadele celor două vibraţii cu ajutorul figurilor Lissajoux se intersectează figura obţinută cu o linie orizontală şi una verticală. Raportul dintre numărul punctelor de intersecţie pe orizontală şi numărul punctelor de intersecţie pe verticală este egal cu raportul dintre perioada vibraţiei pe verticală şi perioada vibraţiei pe orizontală.

Scanned with OKEN Scanner

— *vibraţii libere*: vibraţii care iau naştere în urma unui singur impuls, după care sistemul oscilant nu mai primeşte energie (exemplu: vibraţiile unui diapazon, ale unei greutăţi atîrnate de un arc elicoidal);

— *vibraţii amortizate*: vibraţii libere care ne mai primind impulsuri, se amortizează datorită frecărilor exterioare şi interioare ale sistemului oscilant.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE*[1])

Vibrometre: aparate de măsurat amplitudini liniare sau unghiulare. Distingem:

— *vibrometre mecanice*, care au un sistem oscilant alcătuit dintr-o masă, un arc spiral şi un dispozitiv de amortizare. Pentru măsurare, se aşează pe corpul a căror vibraţii se măsoară, sistemul oscilant al aparatului care este astfel dimensionat încît masa sa să rămînă practic pe loc în timpul vibraţiilor, reperele scării gradate trasate pe carcasa care preia vibraţiile deplasîndu-se în faţa acului indicator care este solidar cu masa (şi deci nu participă la vibraţie) putîndu-se astfel citi valoarea amplitudinii;

— *vibrometre optice*, care funcţionează pe acelaşi principiu ca cele mecanice, cu deosebirea că amplitudinea vibraţiei este citită mărit cu ajutorul unui dispozitiv optic (microscop);

— *vibrometre electronice*, care sînt alcătuite dintr-un traductor de vibraţii, un amplificator şi un dispozitiv cu ac indicator (sau un aparat, de exemplu: oscilograf catodic, oscilograf cu buclă etc.).

Vibrografe: vibrometre la care indicaţia este înregistrată pe o diagramă. În fig. 154 este reprezentat principiul de funcţionare. Tamburul *4* împreună cu banda de înregistrare, preia vibraţia piesei care se studiază (prin aplicare pe piesă). De sectorul *2* care stă practic pe loc este fixată peniţa *5*. Prin resoarte şi prin amortizoare *3* se evită transmiterea vibraţiei masei *1* la sectorul *2*.

Torsiometre: aparate care indică amplitudinea vibraţiilor de răsucire. Distingem:

— *torsiometre mecanice* (fig. 155), care sînt în general alcătuite dintr-un arbore *1* care se antrenează de către arborele ale cărui vibraţii de răsucire se studiază, un disc de aluminiu *2* fixat pe arbore, un volant *3* cu inerţie mare care se poate roti liber pe arborele *1*. Un arc *5* face legătura volantului *3* de arborele *1*. În timpul rotirii, volantul datorită inerţiei, are o viteză unghiulară aproape constantă, în timp ce discul *2*

---

[1]) Parametrii măsurabili ai vibraţiilor sînt frecvenţa, amplitudinea şi acceleraţia vibraţiilor. Mijloacele de măsurare pentru frecvenţă şi acceleraţie au fost prezentate anterior.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 116

Mijloace de măsurat mărimi cinematice, cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurat	Termen maxim în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import	Observaţii
1	Vitezometre pentru vehicule rutiere	—	—
2	Vitezometre pentru cale ferată	2	—
3	Instalaţii pentru verificat vitezometre	1	O.S.M.
4	Instalaţie pentru verificat turometre	1	O.S.M.
5	Turometre mecanice portabile	1	—
6	Turometre mecanice de tablou	3	—
7	Turometre electrice şi electronice	2	—
8	Turometre înregistratoare	2	—
9	Numărătoare de rotaţii	—	—
10	Numărătoare de bătăi	1	—
11	Numărătoare de impulsuri	3	—
12	Numărătoare de impulsuri (convorbiri telefonice)	2	—
13	Aparate de taxat timpul şi distanţa	1	O.S.M.
14	Kilometraje	—	—
15	Vibrometre portabile	1	—
16	Vibrometre de tablou, vibrografe	2	—
17	Calculografe	1	—
18	Numărătoare ore tractor	—	—

Scanned with OKEN Scanner

are în tot timpul viteza unghiulară pe care o are axul *1* de care este fixat. Mişcarea relativă dintre volant şi disc reprezintă vibraţia de răsucire şi ea este transmisă printr-un sistem de pîrghii la dispozitivul indicator sau la un dispozitiv înregistrator, în care caz aparatul se numeşte *torsiograf*;

— *torsiometre electrice*, care au un traductor de vibraţii, un amplificator şi un aparat indicator. Sînt utilizate la studierea vibraţiilor motoa-

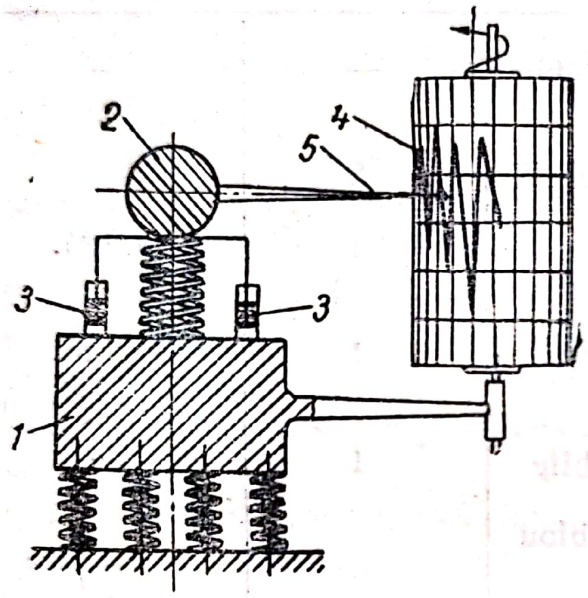


Fig. 154. Principiul de funcţionare al vibrografului.

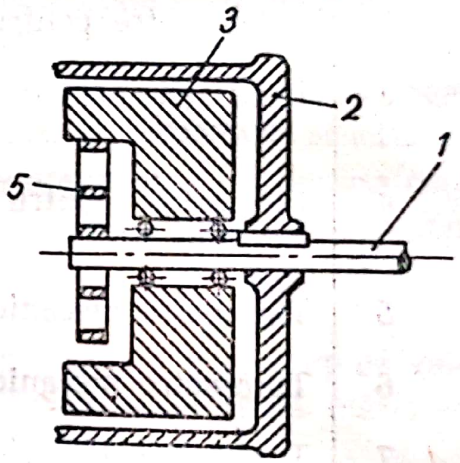


Fig. 155. Torsiometru mecanic.

relor de avion. Dacă aparatul indicator este înlocuit cu un dispozitiv de înregistrare, se numeşte *torsiograf electric*. Funcţionarea se bazează tot pe mişcarea relativă a unor piese, ca la cele mecanice, care sînt transmise amplificatorului şi de la acesta la aparatul indicator sau la dispozitivul înregistrator.

Notă. În tabela 116 sînt indicate aparatele de măsurat mărimi cinematice cuprinse la verificare.

Capitolul

4 MĂRIMI MECANICE[1])

1. MASA

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Masă *(m)* mărime fizică scalară de stare, ce măsoară proprietatea materiei de a fi inertă şi de a produce un cîmp gravitaţional; termen comun

---

[1]) *Bibliografie*

Avdeev, B. A. Tehnika opredelenia metrologhiceskie svoistvo metalov Maşghiz, 1952.

Bărbulescu, N., Elemente de fizică generală, Ed. Did. şi Ped., Bucureşti, 1961.

Bărbulescu, I. şi Ivanovici, Gh., Manualul cîntăritorului. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1965.

Buzdugan, Gh., Maşini pentru încercările mecanice ale materialelor, Ed. Acad. R.P.R., Bucureşti, 1953.

Iohovscki, M. C., Tehnica măsurării presiunii şi vidului. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1951.

Raţiu, M. şi Popescu, P., Tehnica măsurării forţelor. Ed. Did. şi Ped., 1961.

Rudo, N. M., Aparate de cîntărit, I.D.T., Bucureşti, 1961.

Slătineanu, R., Măsurarea caracteristicilor mecanice ale metalelor. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1958.

— Lexiconul Tehnic Român, vol. 1—14, Ed. Tehnică, Bucureşti.

— Încercări şi analize ale metalelor, Bibl. Standardizării Nr. 4, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1954.

— Standardele de stat (STAS) din domeniul mărimilor mecanice.

— Instrucţiunile O.S.M. referitoare la mijloacele de măsurare din domeniul mărimilor mecanice.

Scanned with OKEN Scanner

pentru masă inertă şi masă grea [1]). Este mărime fundamentală (simbol M) în sistemul SI şi LMT. În sistemul LFT este mărime derivată, avînd dimensiunile $L^{-1}FT^2$;

— *masă inertă*: una dintre proprietăţile fizice ale materiei, care exprimă cantitativ opunerea unui corp la orice acţiune exterioară care tinde să-i modifice viteza în mărime sau direcţie. Se exprimă numeric prin cîtul dintre forţa care acţionează asupra corpului şi acceleraţia pe care o capătă corpul sub acţiunea acelei forţe ($m = f/a$);

— *masă grea*: mărime caracteristică unui corp, exprimată prin cîtul dintre greutatea [2]) lui şi acceleraţia gravitaţiei în locul în care se determină greutatea ($m = G/g$). Experienţa arată că valoarea masei grele este egală cu valoarea masei inerte, putîndu-se deci obţine pe ambele căi. Cel mai comod şi precis se obţine din relaţia masei grele, prin cîntărire cu balanţa cu pîrghie. Atît relaţia masei grele, cît şi cea a masei inerte, sînt însă valabile numai dacă viteza corpului rămîne mică faţă de valoarea luminii în vid [3]).

Kilogram (kg) unitate fundamentală în sistemele SI şi MKS. Masa prototipului internaţional din platină iridiată sancţionat de Conferinţa Generală de Măsuri şi Greutăţi în anul 1889 şi păstrat la Biroul Internaţional de Măsuri şi Greutăţi din Sèvres-Franţa;

— *carat* (ct), unitate de măsură pentru masa pietrelor preţioase, egală cu 0,200 g;

— *amu* (amu), unitate atomică de masă specială, egală cu $1,65979 \cdot 10^{-27}$ kg;

— *moleculă-gram* (mol), unitate folosită în chimie şi fizica moleculară, a cărei masă, în grame, este numeric egală cu masa moleculară relativă (multiplii utilizaţi: kilomolul şi milimolul);

— *atom-gram* (atol), unitate folosită în chimie şi fizica moleculară, a cărei masă, în grame, este numeric egală cu masa atomică relativă;

---

[1]) Newton a considerat masa ca fiind o mărime care reprezintă cantitatea de materie. Ea reprezintă însă şi alte proprietăţi ale materiei, de ex. ea măsoară şi capacitatea corpurilor de a produce un cîmp gravitaţional.

[2]) V. la „forţă"

[3]) Valoarea masei unui corp, conform teoriei relativităţii restrînse (Einstein) depinde de viteza corpului conform relaţiei:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}},$$

în care m_0 = masa corpului în repaus, v = viteza corpului şi c = viteza luminii în vid. La viteze mai mici decît c (10^6m/s), deosebirea dintre m şi m_0 este neglijabilă.

Scanned with OKEN Scanner

— *echivalent-gram* (val) unitate folosită în chimie, care în cazul reacţiilor de neutralizare şi precipitări reprezintă cantitatea de substanţă a cărei masă, în grame, este exprimată prin acelaşi număr cu raportul dintre masa moleculară relativă, (respectiv masa atomică relativă) şi valenţa ionului, iar în cazul reacţiilor de ridicare, egală cu raportul dintre masa moleculară relativă şi variaţia de valenţă a ionului (submultiplu: milivalul);

— *unitate internaţională* (u.i) unitate folosită în medicină pentru masa vaccinurilor, serurilor, antibioticelor etc., considerată egală cu cantitatea de agenţi biologici capabili de a anihila o anumită acţiune patogenă. Astfel, u.i. de penicilină este luată egală cu 0,6 μg din sarea de sodiu a benzilpenicilinei (cantitate suficientă de a distruge, în anumite condiţii, microbul Staphylococus). De asemenea, u.i. de streptomicină este egală cu 1 μg (cantitate care împiedică dezvoltarea unei anumite cantităţi de bacili, în condiţii bine determinate).

Kilogram-forţă-secundă la pătrat pe metru ($kgfs^2/m$), unitate derivată în sistemul MKfS, definită ca fiind masa (presupusă concentrată într-un punct) care sub acţiunea unei forţe de un kilogram-forţă [1]) primeşte o acceleraţie de un metru pe secundă la pătrat. (1 $kgfs^2/m$ = 9,80665 kg ; 1 kg = 1/9,80665 u.MKfS de masă).

În tabela 117 sînt indicate vechile unităţi (măsuri) de masă folosite în ţara noastră cu echivalentul lor în sistemnl S.I., iar în tabela 118, unităţile (măsurile) de masă engleze şi americane.

B. *MĂSURI DE MASĂ (GREUTĂŢI)* [2])

Greutăţi etalon (etaloane de masă): greutăţi destinate păstrării şi transmiterii unităţii[3]) de masă. Distingem:

— *greutate etalon naţional* (kilogramul nr. 2, prototip naţional: greutate din platină iridiată (90% platină şi 10% iridiu) de formă cilindrică, cu diametrul egal cu înălţimea (aprox. 39 mm) şi muchiile rotunjite, atribuit ţării noastre prin tragere la sorţi la Conferinţa Generală de Măsuri şi Greutăţi din 1889. Se află în păstrarea O.S.M. şi prin el se păstrează unitatea de masă în ţara noastră;

---

[1]) 1 kgf = 9,80665 N.

[2]) Denumirea „greutăţi" este impropie, însă este generalizată şi utilizată curent, inclusiv în standarde şi instrucţiuni O.S.M.

[3]) Se dau detalii numai asupra etaloanelor de verificare, celelalte fiind prezentate sumar, întrucît sînt folosite numai de un număr restrîns de metrologi cu înaltă calificare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 117

Vechile măsuri de masă folosite în țara noastră

Denumirea	Valori echivalente	Valoare S.I.
	1. *In Muntenia*	
Ocà	4 litre	1271,860 g
Litră	100 dramuri	317,965 g
Dram	4 tenchiuri	3,17965 g
Tenchiu	—	0,7949125 g
	2. *In Moldova*	
Ocà	4 litre	1281 g
Litră	100 dramuri	322,750 g
Dram	4 tenchiuri	3,2275 g
Tenchiu	—	0,806875 g
	3. *In Dobrogea*	
Cechină	4 cîntare	225,798 kg
Cîntar	44 ocale	56,4495 kg
Ocà	400 dramuri	1,282945 kg
Dram	11 caraturi	3,3073625 g
Lodră	—	564,405 g
	4. *In Transilvania* (Vechile măsuri austriece)	
Pfund (funtu)	4 vierdinghe	0,56006 kg
Vierding (firdingu)	4 uncii	0,14001 kg
Unzen (uncia)	2 loturi	35,00 g
Loth (lot)	4 quentele	17,50 g
Quentel	4 feninghe	4,37 g
Pfening (fening)	2 clere	1,09 g
Eller (eler)	—	0,54 g
Stein	20 funți	11,200 240 kg
Centner	5 steine	56,001 200 kg
Starch (sarcină)	4 centner	224,004 800 kg
	Măsuri farmaceutice, în toată țara	
Libra austriacă farmaceutică	12 uncii	420,008999 g
Uncie	8 drahme	35,0007499 g
Drahmă	3 scrupule	4,3750937 g
Scrupulă	20 grane	1,45836458 g
Gran	1/5700 libră	0,0729182 g

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 118

Măsuri de masă engleze şi americane

Denumirea	Simbol	Valori echivalente	Valori în S.I.
1. *Măsuri denumite „avoirdupois"* *).			
Grain	gr.	1/7000 lb	0,065 g
Dram sau drachm	dr.	1/16 oz.	1,772 g
Ounce (uncia)	oz.	1/16 lb.	28,350 g
Avoirdupois pound (livra)	lb.	16 oz.	453,592 g
Stone	st.	14 lb.	6,350 kg
Quarter	gr.	2 st = 28 lb.	12,700 kg
Hundredweight	cwt.	4 gr = 112 lb	50,802 kg
Longton (engleză)	ton.	20 cwt = 2240 lb.	1016,047 kg
Shortton (americană)		2000 lb.	907,184 kg
2. *Măsuri denumite „troy"*			
Grain	gr.	1/5760 lb. troy	0,065 g
Carat	carat	4 gr.	0,259 g
Pennyweight	dwt	24 gr.	1,555 g
Ounce troy	oz.	20 dwt	31,103 g
Pound troy	lb.	12 oz.	373,242 g

*) Au la bază livra (lb) de 16 uncii, spre deosebire de livra „troy" care are 12 uncii. Se folosesc în comerţ, în afară de farmacii şi comerţul cu pietre şi metale preţioase, pentru care se folosesc măsurile troy.

— *greutăţi etalon principal*: serii [1]) de greutăţi din materiale omogene şi nealterabile, destinate transmiterii unităţii de masă la alte etaloane. Se împart în patru ordine:

— greutăţi etalon principal de ordinul I (serii, 20 kg.. 1 mg) cele în kg şi g au formă cilindrică şi sînt masive (nu au cavitate de ajustare), iar cele în mg sînt în formă de foi. Servesc la transmiterea unităţii la etaloanele principale de ordinul II (Unitatea în seria etalon principal de ordinul I este primită prin comparaţia greutăţii de 1 kg din serie, cu prototipul naţional şi de la acesta transmisă întregii serii);

[1]) Ansamblu de greutăţi astfel alese încît numărul şi valoarea pieselor să permită cîntărirea oricărei mase între limitele seriei. Seria în kg: 20; 10; 5; 2 şi 1 kg. Seria în g.: 500; 200; 100; 50; 20; 10; 5; 2 şi 1 g. Seria în mg. 500; 200; 100; 50; 20; 10; 5; 2 şi 1 mg. Numărul pieselor de acelaşi fel în fiecare serie a fost stabilit prin instrucţiuni; sînt trei tipuri de serii (A, B şi C). Vezi tabelele 119, 120, 121. Denumirea unei serii se face prin indicarea tipului şi a greutăţii celei mai mari (ex Seria 200 g A).

Scanned with OKEN Scanner

— greutăţi etalon principal de ordinul II (serii 20 kg ... 1 mg); sînt similare (formă, material, construcţie) celor de ordinul I. Servesc la transmiterea unităţii la etaloanele principale de ordinul III şi la cele de verificare de ordinul I;

— greutăţi etalon principal de ordinul III (serii 20 kg ... 1 mg). Cele în kg şi g pot fi sau nu cu cavitate de ajustare; în rest, sînt similare celor de ordinul I şi II. Servesc la transmiterea unităţii la greutăţile etalon principal de ordinul IV şi la greutăţile etalon de verificare de ordinul II;

— greutăţi etalon principal de ordinul IV (serii 20 kg ... 100 mg); cele în kg şi g au cavitate de ajustare. În rest, sînt similare cu cele de ordinul III. Servesc la transmiterea unităţii la etaloanele de verificare de ordinul III;

— *greutăţi etalon de verificare*; greutăţi cu forma şi din materiale diferite, în funcţie de subordonarea metrologică. Servesc la verificarea greutăţilor de lucru şi a aparatelor de cîntărit. Primesc unitatea de măsură numai de la etaloanele principale. Se împart în trei ordine:

— greutăţi etalon de verificare ordinul I (serii 20 kg ... 1 mg şi 0,5 mg ... 0,1 mg); sînt confecţionate din materiale inoxidabile (aliaje de cupru, aurite sau cromate, oţel inoxidabil). Cele în kg şi g, sînt cilindrice şi au cavitate de ajustare cu buton filetat. Cele de la 500 mg la 10 mg sînt din alpaca sau din aliaje de aluminiu, cele de 5, 2 şi 1 mg în foi şi cele de 10, 5 şi 1 mg (călăreţi), sînt numai din aliaje de aluminiu. Servesc la verificarea greutăţilor şi a balanţelor analitice şi tehnice clasa I, a balanţelor Mohr-Westphall şi a celor de torsiune. Erori tolerate: $\pm$ 20 mg ... $\pm$ 0,1 mg şi $\pm$ 0,001 mg pentru seria în fracţiuni de mg. Se compară (etalonează) cu greutăţi şi balanţe etalon principal de ordinul II prin metode de dublă cîntărire, numai în laboratoarele O.S.M. Se verifică iniţial şi la doi ani;

— greutăţi etalon de verificare de ordinul II şi de ordinul III, în serii tip A, B, C, cu componenţa şi numărul bucăţilor indicate în tabela 119 pentru cele în kg, în tabela 120 pentru cele în g şi în tabela 121 pentru cele în mg, cu formele şi dimensiunile indicate în tabela 122. Cele de ordinul II de la 20 kg ... 1 g au cavitate de ajustare [1]) pentru 0,5 ... 1% şi cele de ordinul III pentru 2 ... 4%.

Suprafeţele greutăţilor din aliaje de cupru sînt protejate prin nichelare. Erorile sînt indicate în tabela 123.

Se verifică iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 196-61, cele de ordinul II cu greutăţi şi balanţe etalon prin-

---

[1]) Material de ajustare: oţel inoxidabil sau cositor pentru cele de ordinul II şi alice de plumb sau bucăţele de sîrmă pentru cele de ordinul III.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 119

Greutăți etalon de verificare de ordinul II și III în kg

Seria tip	Valoarea nominală a greutății, în kg				
	20	10	5	2	1
	Bucăți				
A	1	1	1	2	1
B	1	2	1	2	1
C	1	2	1	1	3

Tabela 120

Greutăți etalon de verificare de ordinul II și III în g

Seria tip	Valoarea nominală a greutății, în g									
	1000	500	200	100	50	20	10	5	2	1
	Bucăți									
A	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1
B	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1
C	1	1	1	2	1	1	2	1	1	3

Tabela 121

Greutăți etalon de verificare de ordinul II și III în mg

Seria tip	Valoarea nominală a greutății, în mg								
	500	200	100	50	20	10	5	2	1
	Bucăți								
A	1	2	1	1	2	1	1	2	1
B	1	1	2	1	1	2	1	2	1
C	1	1	2	1	1	2	1	1	3

cipal de ordinul III, iar cele de ordinul III, cu greutăți și balanțe etalon de ordinul IV, prin metode de dublă cîntărire (v. la metode).

Greutăți de lucru: greutăți utilizate curent la cîntăriri în laboratoare, comerț, industrii etc, cu forme, dimensiuni și construcții diferite în funcție de destinație și precizie. Distingem:

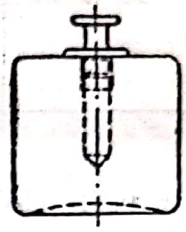
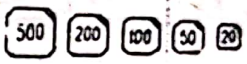
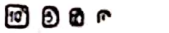
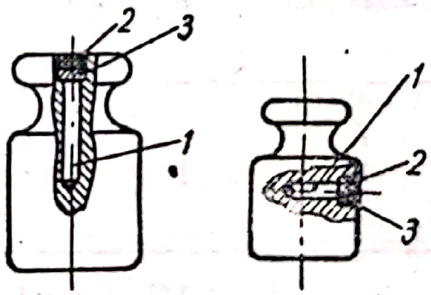
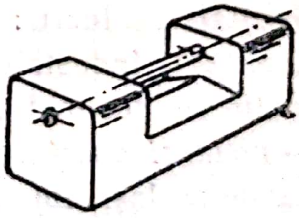
— *greutăți analitice* (serii[1]) de maximum 200 g, însoțite de o serie de 500 mg de același tip); cele în g au forma în trunchi de con cu baza mare sus, unde se află butonul de prindere și sînt din aliaj de cupru, aurite, sau oțel inoxidabil, cele în foi de la 500 ... 5 mg inclusiv, forma de pătrat

[1]) Componența și numărul bucăților în tipurile de serii, aceleași ca la greutățile etalon de verificare de ordinul II și III.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 122

Forma şi materialul greutăţilor etalon de verificare de ordinul II şi III

Valoarea nominală a greutăţilor	Ordinul	Materialul	Forma greutăţilor
20; 10; 5; 2; şi 1 kg 500; 200; 100; 50; 20; 10; 5; 2 şi 1 g	II	Oţel inoxidabil sau aliaje de cupru	
500; 200; 100; 50; 20 şi 10 mg	II	Alpaca sau aliaje de aluminiu	
5; 2 şi 1 mg		Aliaje de aluminiu	
10; 5 şi 1 mg (călăreţi)	II	Aliaje de aluminiu	
20; 10; 5; 2 şi 1 kg; 500; 200; 100; 50; 20; 10; 5; 2 şi 1 g 1) Şurub filetat 2) Prag 3) Şaibă	III	Oţel inoxidabil sau aliaje de cupru	
20 şi 10 kg	III	Fontă	
500; 200; 100; 50; 20 şi 10 mg	III	Alpaca sau aliaje de aluminiu	

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 123

Erorile tolerate pentru greutăţile etalon de verificare ordinul II şi III

Valoarea nominală a greutăţii	Greutăţi etalon de verificare de ordinul II	Greutăţi etalon de verificare de ordinul III
	mg	
20 kg	+ 200	+1000
10 kg	+ 100	+ 500
5 kg	+ 50	+ 250
2 kg	+ 30	+ 200
1 kg	+ 20	+ 100
500 g	+ 10	+ 50
200 g	+ 4	+ 20
100 g	+ 3	+ 10
50 g	+ 3	+ 10
20 g	+ 2	+ 4
10 g	+ 2	+ 4
5 g	+ 2	+ 4
2 g	+ 1	+ 2
1 g	+ 1	+ 2
500 mg	± 0,5	± 1
200 mg	± 0,5	± 1
100 mg	± 0,5	± 1
50 mg	± 0,5	± 1
20 mg	± 0,5	± 1
10 mg	± 0,5	± 1
5 mg	± 0,5	
2 mg	± 0,2	
1 mg	± 0,1	

sau dreptunghi cu un colţ îndoit, şi sînt din aliaj de nichel sau de aluminiu, cele de 2 şi 1 mg cu o latură îndoită, iar călăreţii (numai de 10 şi 5 mg) ca la etaloanele de verificare de ordinul II şi sînt din aliaj de aluminiu. Erori tolerate la cele analitice sînt indicate în tabela 124 , iar la cele microanalitice, în tabela 125. La greutăţile adiţionale şi ale călăreţilor care se aşază mecanic la balanţe analitice şi microanalitice cu indicaţii prin proiecţie, erorile tolerate pentru cele în g sînt jumătate din valorile din tabela 124, iar pentru cele în mg, ± 0,05 mg. Se verifică iniţial şi anual, conform prevederilor din instrucţiunile 63-58;

— *greutăţi tehnice* (serii în kg, g şi mg, cu număr şi componenţă ca şi cele din tabelele 119, 120, 121); au formă, dimensiuni şi construcţie diferită. Sînt grupate în 3 clase de fabricaţie, cu destinaţii diferite;

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 124

Erorile tolerate pentru greutățile analitice

Valoarea nominală a greutății	Erori tolerate pentru	
	Greutăți noi și reparate	Greutăți aflate în uz
	mg	
200 g	+ 2	± 2
100 g	+ 1	± 1
50 g	+ 1	± 1
20 g	+ 1	± 1
10 g	+ 0,6	± 0,6
5 g	+ 0,6	± 0,6
2 g	+ 0,6	± 0,6
1 g	+ 0,6	± 0,6
500 mg	± 0,3	± 0,3
200 mg	± 0,3	± 0,3
100 mg	± 0,3	± 0,3
50 mg	± 0,3	± 0,3
20 mg	± 0,2	± 0,2
10 mg	± 0,2	± 0,2
5 mg	± 0,1	± 0,1
2 mg	± 0,1	± 0,1
1 mg	± 0,1	± 0,1

Tabela 125

Erorile tolerate pentru greutățile analitice utilizate la balanțe microanalitice și pentru greutățile adiționale

Valoarea nominală a greutății	Erori tolerate pentru	
	Greutăți noi și reparate	Greutăți aflate în uz
	mg	
20 g	+ 0,5	± 0,5
10 g	+ 0,3	± 0,3
5 g	+ 0,3	± 0,3
2 g	+ 0,3	± 0,3
1 g	+ 0,3	± 0,3
500 mg	± 0,2	± 0,2
200 mg	± 0,2	± 0,2
100 mg	± 0,2	± 0,2
50 mg	± 0,1	± 0,1
20 mg	± 0,1	± 0,1
10 mg	± 0,1	± 0,1
5 mg	± 0,1	± 0,1
2 mg	± 0,1	± 0,1
1 mg	± 0,1	± 0,1

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 126

Erorile tolerate pentru greutăţile tehnice clasa 1 de fabricaţie

Valoarea nominală a greutăţii	Erori tolerate pentru	
	Greutăţi noi şi reparate	Greutăţi aflate în uz
	mg	
20 kg	+ 200	± 200
10 kg	+ 100	± 100
5 kg	+ 50	± 50
2 kg	+ 30	± 30
1 kg	+ 20	± 20
500 g	+ 10	± 10
200 g	+ 4	± 4
100 g	+ 3	± 3
50 g	+ 3	± 3
20 g	+ 2	± 2
10 g	+ 2	± 2
5 g	+ 2	± 2
2 g	+ 1	± 1
1 g	+ 1	± 1
500 mg	± 0,5	± 0,5
200 mg	± 0,5	± 0,5
100 mg	± 0,5	± 0,5
50 mg	± 0,5	± 0,5
20 mg	± 0,5	± 0,5
10 mg	± 0,5	± 0,5
5 mg	± 0,5	± 0,5
2 mg	± 0,2	± 0,2
1 mg	± 0,1	± 0,1

— greutăţi tehnice clasa 1 de fabricaţie; cele în kg şi g sînt în formă de cilindru cu buton, au diametrul egal cu înălţimea corpului cilindric, sînt din alamă şi au cavitate de ajustare pentru 3% (fig. 156); cele în foi (de la 500 ... 5 mg) au formă rotundă cu un segment îndoit şi sînt din alpaca (fig. 157) ca şi călăreţii de 10 mg; cele de 2 mg şi 1 mg sînt din aluminiu. Au erorile tolerate indicate în tabela 126. Se folosesc în laboratoare la cîntăriri pe balanţe tehnice clasa 1;

— greutăţi tehnice clasa 2 de fabricaţie; cele în kg şi g sînt cilindrice cu buton fără deşurubare şi cavitate de ajustare laterală (pînă la cele de 20 g), cele de 20 şi 10 kg putînd avea mîner în loc de buton; cele în foi de, 500 mg, 50 mg şi 5 mg au formă de hexagon

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 127

Erorile tolerate pentru greutăţile tehnice clasa 2 de fabricaţie

Valoarea nominală a greutăţii	Erori tolerate pentru	
	Greutăţi noi şi reparate	Greutăţi aflate în uz
20 kg	+ 1,500 g	± 1,500 g
10 kg	+ 0,900 g	± 0,900 g
5 kg	+ 0,450 g	± 0,450 g
2 kg	+ 0,225 g	± 0,225 g
1 kg	+ 0,150 g	± 0,150 g
500 g	+ 90 mg	± 90 mg
200 g	+ 40 mg	± 40 mg
100 g	+ 25 mg	± 25 mg
50 g	+ 20 mg	± 20 mg
20 g	+ 10 mg	± 10 mg
10 g	+ 8 mg	± 8 mg
5 g	+ 5 mg	± 5 mg
2 g	+ 3 mg	± 3 mg
1 g	+ 2 mg	± 2 mg
500 mg	± 1 mg	± 1 mg
200 mg	± 1 mg	± 1 mg
100 mg	± 1 mg	± 1 mg
50 mg	± 1 mg	± 1 mg
20 mg	± 1 mg	± 1 mg
10 mg	± 1 mg	± 1 mg
5 mg	± 0,5 mg	± 0,5 mg
2 mg	± 0,3 mg	± 0,3 mg
1 mg	± 0,2 mg	± 0,2 mg

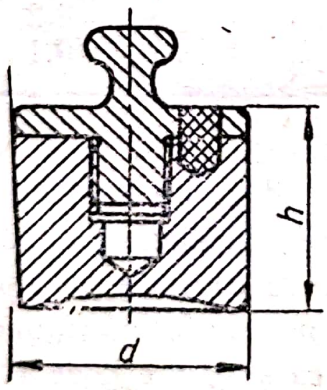


Fig. 156. Greutate tehnică în grame, clasa I de fabricaţie.

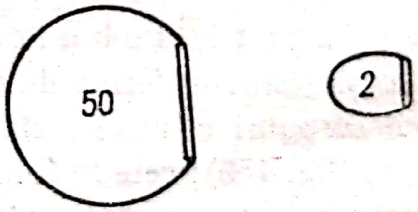


Fig. 157. Greutatea tehnică în foi, clasa I de fabricaţie.

regulat cu o latură îndoită, cele de 200 mg, 20 mg şi 2 mg de pătrat cu o latură îndoită, iar cele de 100 mg, 10 mg şi 1 mg de triunghi echilateral cu o latură îndoită. Cele de 20 kg ... 1 g sînt din oţel sau aliaj de cupru, cele

Scanned with OKEN Scanner

de 20 şi 10 kg cu mîner fix din fontă cenuşie, cele în mg din aliaj de aluminiu sau alpaca. Au erorile tolerate indicate în tabela 127. Se folosesc la cîntăriri pe balanţe tehnice clasa 2.

— greutăţi tehnice clasa 3 de fabricaţie: sînt cilindrice, din oţel sau fontă, cu buton sau mîner fix, sau sînt din fontă, formă trunchi de piramidă şi au cavitate de ajustare pentru max. 5%. Suprafaţa celor din oţel trebuie protejată prin fosfatare sau brunare. Nu se admit zgîrieturi sau urme de prelucrare exterioare (cu excepţia bavurii de la turnare). Se folosesc la cîntăririle curente în comerţ, etc. Au erorile tolerate indicate în tabela 128.

Greutăţile de lucru se verifică iniţial (cu greutăţi şi balanţe etalon de verificare de ordinul III) şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 63-58.

Tabela 128

Erorile tolerate pentru greutăţile tehnice clasa 3 de fabricaţie

Valoarea nominală a greutăţii	Erori tolerate pentru	
	Greutăţi noi şi reparate	Greutăţi aflate în uz
20 kg	+ 3 g	± 3 g
10 kg	+ 2 g	± 2 g
5 kg	+ 1 g	± 1 g
2 kg	+ 0,5 g	± 0,5 g
1 kg	+ 0,5 g	± 0,5 g
500 g	+ 0,20 g	± 0,20 g
200 g	+ 0,10 g	± 0,10 g
100 g	+ 0,05 g	± 0,05 g
50 g	+ 0,05 g	± 0,05 g
20 g	+ 0,02 g	± 0,02 g
10 g	+ 0,02 g	± 0,02 g
5 g	+ 0,01 g	± 0,01 g
2 g	+ 0,01 g	± 0,01 g
1 g	+ 0,01 g	± 0,01 g

C. *APARATE DE CÎNTĂRIT* [1])

a. Aparate de cîntărit mecanice, bazate pe principiul pîrghiilor

— **Balanţe simple** (cu o singură pîrghie cu braţe egale) care se împart în:

[1]) În tabela 140 sînt prezentate categoriile de aparate de cîntărit bazate pe principiul pîrghiilor.

Scanned with OKEN Scanner

— *balanţe etalon* [1]), folosite la transmiterea unităţii de măsură. Pot fi:

— b a l a n ţ e e t a l o n p r i n c i p a l d e o r d i n u l I, folosite la transmiterea unităţii de la etalonul naţional (prototipul naţional) la alte etaloane de ordinul I şi II (inclusiv la piesele din componenţa seriilor de greutăţi etalon principal de ordinul I şi II). Se construiesc pentru sarcini maxime de 20 kg; 5 kg; 1 kg ; 500 g; 20 g şi 2 g şi pentru manipulare de la distanţă. Determinările se fac prin metoda dublei cîntăririi a lui Gauss [2]);

— b a l a n ţ e e t a l o n p r i n c i p a l d e o r d i n u l II, folosite la compararea greutăţilor etalon principal de ordinul III şi etalon de verificare de ordinul I cu greutăţile etalon principale de ordinul II. Sarcini maxime: 20 kg; 10 kg; 5 kg; 1 kg; 200 g şi 2 g. Determinările se fac cu oricare din metodele de dublă cîntărire [3]);

— b a l a n ţ e - e t a l o n p r i n c i p a l d e o r d i n u l III, folosite la compararea greutăţilor-etalon principale de ordinul IV şi a celor etalon de verificare de ordinul II, cu greutăţi-etalon principale de ordinul III. Sarcini maxime: 20 kg; 10 kg; 2 kg; 1 kg; 500 g; 200 g; 100 g, 50 g; 20 g; şi 2 g. Determinările se fac prin metodele de dublă cîntărire Borda sau Mendeleev;

— b a l a n ţ e - e t a l o n p r i n c i p a l d e o r d i n u l IV, folosite la compararea greutăţilor-etalon de verificare de ordinul III cu cele principale de ordinul IV. Sarcini maxime: aceleaşi ca la cele de ordinul III, în plus, pentru sarcina de 50 kg. Determinările se fac prin metoda dublei cîntăriri a lui Borda;

— b a l a n ţ e - e t a l o n d e v e r i f i c a r e d e o r d i n u l I, folosite la verificarea greutăţilor analitice şi tehnice clasa 1, cu ajutorul greutăţilor-etalon de verificare de ordinul I. Sarcini maxime: aceleaşi ca la cele etalon principal de ordinul III. Determinările se fac prin metodele de dublă cîntărire Borda sau Mendeleev;

— b a l a n ţ e e t a l o n d e v e r i f i c a r e d e o r d i n u l II, folosite la verificarea greutăţilor tehnice clasa 2, şi a celor de la balanţele de cereale, cu ajutorul greutăţilor-etalon de verificare de ordinul II. Sarcini maxime: aceleaşi ca la balanţele-etalon principale de ordinul IV. Determinările se fac prin metodele de dublă cîntărire Borda sau Mendeleev;

— b a l a n ţ e e t a l o n d e v e r i f i c a r e d e o r d i n u l III, folosite la verificarea greutăţilor tehnice clasa 3, cu ajutorul greutăţilor etalon de verificare de ordinul III. Sarcini maxime: 50 kg;

[1]) Sînt în cutii cu geamuri şi sînt prevăzute cu dispozitive de izolare, cu excepţia balanţelor etalon de verificare de ordinul III.

[2]) Vezi la „metode de cîntărire".

[3]) Gauss, Borda, Mendeleev.

Scanned with OKEN Scanner

20 kg; 2 kg şi 200 g. Se construiesc şi truse compuse din două balanţe, una cu sarcina maximă de 2 kg şi cealaltă de 100 kg. La cea de 2 kg, pe unul din braţe există un cuţit la 1/5 sau 1/10 din lungimea braţului, pentru verificat greutăţi de 5, respectiv 10 ori mai mari decît greutăţile etalon cu care se echilibrează;

— *balanţe analitice*: balanţe cu sensibilitate mai mare, folosite în laboratoare pentru determinări de precizie ridicată. Sarcini maxime: 200 g (balanţe microanalitice) 2 g şi 0,5 g (balanţe de probă). Pot fi: cu indicaţie directă sau prin proiecţie, cu reper sau vernier proiectat, cu aşezare manuală sau mecanică a greutăţilor, cu amortizare sau fără, cu un taler sau două. Sînt prevăzute cu dispozitiv de izolare şi sînt închise în cutii cu geamuri şi au şuruburi de calaj şi nivelă cu bulă de aer La capete pîrghiile au şuruburi de reglaj. Sensibilitatea practică S (valoarea suprasarcinii care provoacă deplasarea indicatorului cu o diviziune) eroarea tolerată de justeţe J şi de fidelitate F, pentru 10% din sarcina maximă şi respectiv S', J' şi F' pentru sarcina maximă, sînt indicate în tabela 129. Erorile tolerate la greutăţile adiţionale care se aşază mecanic, la

Tabela 129

Sensibilitatea şi erorile tolerate la balanţele analitice

Balanţe analitice cu indicaţie directă	Sarcină maximă g	Sensibilitate practică S şi S' maximum mg	Eroare tolerată de justeţe J şi J' mg	Eroare tolerată de fidelitate F şi F' diviziuni
Balanţe de probă	0,5	0,03	± 0,03	1
	2	0,1	± 0,1	1
Balanţe microanalitice	20	0,1	± 0,2	0,5
Balanţe analitice clasa 1	200	0,5	± 0,5	0,5
Balanţe analitice clasa 2	200	1	± 1	0,5
Balanţe microanalitice	20	0,01	± 0,1	2
Balanţe analitice clasa 1	200	0,1	±0,5	2
Balanţe analitice clasa 2	200	1	± 1	0,5

balanţele noi sînt: la cele de 200 g, + 1 mg; la cele de 100 g, 50 g, + 0,5 mg, la cele de 10 g, 5 g, 2 g, şi 1 g, + 0,3 mg. La balanţele în uz, erorile greutăţilor sînt respectiv aceleaşi însă cu ± · Verificarea funcţionării constă în determinarea poziţiei de echilibrare pentru anumite sarcini şi calcularea pe baza rezultatelor, a erorii de justeţe şi a celei de fidelitate. La cele fără amortizare, poziţia de echilibrare se stabileşte din citirile a trei elongaţii [1]) consecutive ale deplasării indicatorului (e_1, e_2 şi e_3) cu

[1]) Elongaţiile se consideră că au valori pozitive la balanţele cu scară unilaterală şi pozitive şi negative, cînd au scară bilaterală.

Scanned with OKEN Scanner

relaţia $P = (e_1 - 2\,e_2 - e_3)/4$. La cele cu amortizare, poziţia de echilibrare se citeşte direct pe scară, după amortizare, făcîndu-se trei determinări şi luîndu-se media ($P = (P^{I} + P^{II} + P^{III})/3$). Citirile se fac cu aprecierea de 1/10 din diviziuni. Verificările se fac pentru 10% şi 100% din sarcina maximă. Pentru 10% se stabilesc următoarele poziţii de echilibrare: a) a balanţei neîncărcate (P_1), b) încărcate cu 10% (P_2), c) a înlocuirii celor două mase de pe talere una cu alta (P_3), d) obţinută prin adăugarea pe talerul stîng a unei suprasarcini s sau prin deplasarea călăreţului pentru obţinerea unei deplasări faţă de P_3 de 3 — 4 diviziuni (P_4), e) idem prin adăugarea suprasarcinii pe talerul drept (P_5) şi f) a balanţei descărcate (P_6). Sensibilitatea practică S se exprimă în mg/div. Se calculează cu relaţia $S_{st} = \frac{s}{P_3 - P_4}$ mg/div (taler stîng) şi $S_{dr} = \frac{s}{P_3 - P_5}$ mg/div (taler drept). Dacă P_4 sau P_5 sînt mai mari decît P_3, la numitor se ia $P_4 - P_3$ şi respectiv $P_5 - P_3$. Eroarea de justeţe J se determină aflînd întîi poziţia medie de echilibru pentru două încărcări repetate cu sarcina de 10% ($P_m = \frac{P_2 + P_3}{2}$ div), după care se află deplasarea D exprimată în diviziuni a poziţiei medii de echilibru pentru încărcarea balanţei cu 10% calculînd cu cîte diviziuni s-a deplasat P_m faţă de P_1 ($D = P_m - P_1$ sau $D = P_1 - P_m$, după cum P_1 este mai mic sau mai mare decît P_m). Înmulţind pe D cu S se obţine eroarea de justeţe ($J_{mg} = D_{div} \times S_{mg/div}$).

Eroarea de fidelitate F exprimată în diviziuni se află calculînd cît s-a deplasat poziţia de echilibru a balanţei neîncărcate după ce s-a efectuat verificarea funcţionării la 10% ($F_{div} = p_1 - P_6$ sau $F_{div} = P_6 - P_1$, după cum P_6 este mai mic sau mai mare decît P_1). Pentru balanţa încărcată la 100%, se procedează la fel, cu deosebirea că se porneşte de la poziţia de echilibru (P_7) a balanţei încărcate cu 100%, celelalte poziţii devenind P_8, P_9, P_{10} şi P_{11}, aceasta din urmă pentru balanţa descărcată.

Verificarea scării gradate a călăreţilor se face determinînd poziţia C_1 de echilibru a balanţei neîncărcate, poziţia C_2 cu un călăreţ aşezat pe reperul din mijlocul scării gradate, poziţia C_3 cu un călăreţ pe poziţia extremă şi altul pe talerul opus, poziţia C_4 cu călăreţii în poziţii opuse, cel care a fost pe extremitatea braţului se pune pe taler şi cel care a fost pe taler, pe extremitatea braţului, poziţiile C_5 şi C_6 stabilite prin aşezarea succesivă de fiecare parte a reperului din mijloc a unui călăreţ, în timp ce pe talerul opus se aşază greutatea de echilibrare. Diferenţele dintre C_1 şi C_2, C_3 şi C_4, şi C_5 şi C_6 nu trebuie să depăşească erorile de fidelitate. La balanţele cu reperul zero la extremitatea stîngă a scării gradate pentru călăreţi, se utilizează un singur călăreţ şi seria de greutăţi în mg, poziţiile determinate fiind: R_1, cînd călăreţul este pe reperul zero, R_2 cînd este

Scanned with OKEN Scanner

aşezat pe talerul stîng, R_3 cînd este pe reperul din mijlocul scării şi cu mase corespunzătoare pe talerul din stînga, R_4 fiind aşezat pe reperul extrem şi sarcini corespunzătoare pe taler, R_5 şi R_6 cînd călăreţul este aşezat de fiecare parte a reperului din mijloc, pe un reper reprezentînd miligrame întregi şi prin aşezarea pe talerul stîng a greutăţii în mg corespunzătoare poziţiei reperului. Diferenţa R_1 şi R_2, R_3 şi R_4, R_5 şi R_6, nu trebuie să depăşească erorile de fidelitate.

Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 35-58. Celor admise li se eliberează buletin de verificare (în care se înscriu: sensibilitatea practică, erorile de justeţe şi de fidelitate precum şi clasa de precizie în care se încadrează) şi li se aplică marca de verificare în ceara sau plumbul din capsula plăcuţei pentru marcare;

— *balanţe tehnice*: balanţe cu braţe egale realizate în 3 clase de fabricaţie, utilizate în laboratoare (clasa 1), în farmacii şi laboratoare la determinări curente (clasa 2) şi în comerţ (clasa 3);

— b a l a n ţ e l e t e h n i c e c l a s a 1 sînt aproximativ asemănătoare celor analitice însă nu au amortizoare şi nici dispozitive de indicare prin proiecţie; se construiesc pentru sarcini maxime de 20 g; 200 g; 500 g; 1 kg; 2 kg; 5 kg; 20 kg; şi 50 kg. În tabela 130 sînt indicate valorile sensibilităţii practice şi ale erorilor tolerate pentru justeţe şi fidelitate. Verificarea (similară ca la balanţele analitice) se face iniţial şi anual, conform Instrucţiunilor 35-58, certificarea şi marcarea fiind, de asemenea, similară ca la balanţele analitice;

— b a l a n ţ e l e t e h n i c e c l a s a 2 şi c l a s a 3; pot fi: cu coloană (fig. 158) sau suspendate, cu sau fără cursor (fig. 159). Sarcinile maxime şi minime admise la cele noi sînt indicate în tabelele: 131 pentru

T a b e l a 130

Sensibilitatea practică şi erorile tolerate la balanţele tehnice clasa I

Sarcina maximă a balanţelor tehnice clasa I de fabricaţie cu indicaţie directă	Sensibilitatea practică S şi S' mg	Eroarea tolerată de justeţe J şi J' mg	Eroarea tolerată de fidelitate F şi F' diviziuni
20 g	0,4	± 0,4	0,5
200 g	4	± 4	0,5
500 g	10	± 10	0,5
1 kg	20	± 20	0,5
2 kg	30	± 30	0,5
5 kg	50	± 50	0,5
20 kg	200	± 200	0,5
50 kg	300	± 300	0,5

Scanned with OKEN Scanner

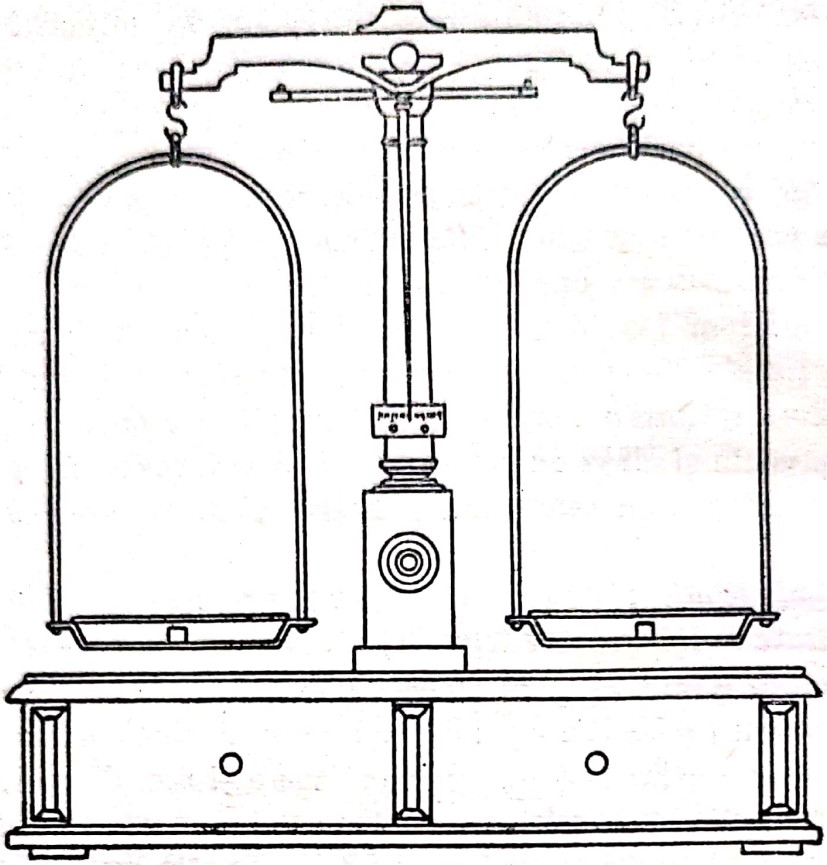


Fig. 158. Balanță tehnică clasa a 2-a cu coloană.

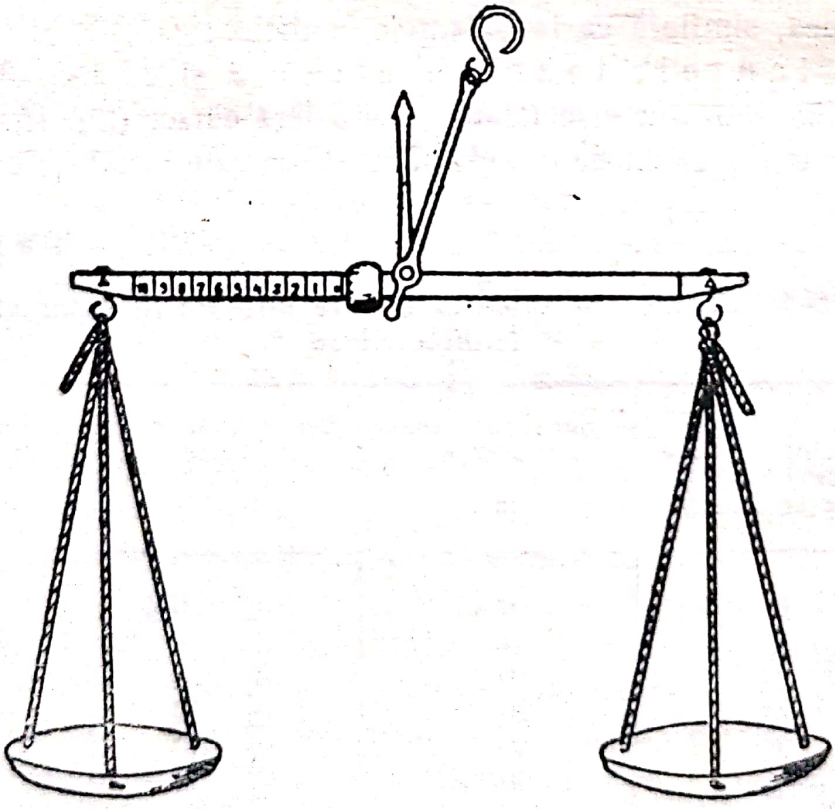


Fig. 159. Balanță tehnică clasa a 2-a suspendată

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 131

Sarcini maxime și minime la balanțe tehnice clasa 2 cu coloană

Sarcina maximă	Sarcina minimă	Sarcina maximă	Sarcina minimă
5 g	100 mg	1 kg	50 g
20 g	1 g	2 kg	100 g
50 g	2 g	5 kg	200 g
100 g	5 g	10 kg	500 g
500 g	20 g	20 kg	1 kg

Tabela 132

Sarcini maxime și minime la balanțe tehnice clasa 2 fără cursor

Sarcina maximă	Sarcina minimă	Sarcina maximă	Sarcina minimă
1 g	20 mg	20 g	1 g
2 g	40 mg	50 g	2 g
5 g	100 mg	100 g	5 g
10 g	500 mg		

Tabela 133

Sarcini maxime, limite superioare ale scării gradate și valorile diviziunilor la balanțe tehnice clasa 2 cu cursor

Sarcina maximă	Limita superioară a scării gradate	Valoarea diviziunii
1 g	250 mg	5 mg
2 g	250 mg	5 mg
5 g	250 mg	5 mg
10 g	500 mg	10 mg
20 g	1 g	20 mg
50 g	2 g	50 mg
100 g	5 g	100 mg

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 134

Sarcini maxime şi minime la balanţe tehnice clasa 3

Sarcina maximă	Sarcina minimă
2 kg	100 g
5 kg	200 g
10 kg	500 g
20 kg	1 kg

Tabela 135

Sensibilitatea practică şi erorile tolerate la balanţe tehnice clasa 2

Sarcina maximă a balanţelor clasa de fabricaţie 2	Sensibilitatea practică şi eroare tolerată pentru justeţe		
	La verificarea balanţei neîncărcate şi la verificarea scării gradate de pe braţele balanţelor suspendate cu cursor ±	La verificarea balanţei încărcate cu 10% din sarcina maximă ±	La verificarea balanţei încărcate cu sarcina maximă ±
1 g	2 mg	3 mg	5 mg
2 g	2 mg	4 mg	7 mg
5 g	3 mg	5 mg	10 mg
10 g	5 mg	10 mg	15 mg
20 g	7 mg	12 mg	20 mg
50 g	10 mg	15 mg	40 mg
100 g	12 mg	20 mg	50 mg
500 g	20 mg	40 mg	100 mg
1 kg	20 mg	50 mg	200 mg
2 kg	30 mg	70 mg	300 mg
5 kg	50 mg	100 mg	500 mg
10 kg	100 mg	200 mg	2 g
20 kg	200 mg	400 mg	2 g

clasa 2 cu coloană; 132 pentru clasa 2 suspendate, fără cursor; 133 pentru clasa 2 suspendate, cu cursor; 134 pentru clasa 3. Sensibilitatea practică şi eroarea tolerată pentru justeţe la balanţele tehnice clasa 2 sînt indicate în tabela 135.

Pentru cele de clasa 3 de toate sarcinile, sensibilitatea practică la verificarea balanţei neîncărcate este 0,1% din sarcina maximă, încărcată la 10% este 0,2% din sarcina maximă, iar încărcată la sarcina maximă este 1‰ din sarcina maximă. La cele aflate în uz, erorile tolerate la toate

Scanned with OKEN Scanner

balanţele clasa 2 şi clasa 3 sînt duble. Verificarea se face iniţial şi anual, în conformitate cu Instrucţiunile 54-58. Verificarea se face pentru balanţa neîncărcată (după cîteva oscilaţii trebuind să se oprească pe poziţia normală de echilibru), pentru 10% din sarcina maximă (aşezînd greutăţi etalon de verificare corespunzătoare şi adăugînd greutăţi etalon corespunzătoare erorii tolerate, balanţa trebue să-şi modifice indicaţia cu cel puţin o diviziune la cele cu scară gradată şi cel puţin 3 mm la cele cu indice fix) şi pentru 100% (în acelaş mod ca pentru 10%). Marcarea la balanţele clasa 2 se face aplicînd marca de verificare pe ceara sau plumbul din locaşul de la placa cu inscripţii sau pe plumbul fixat la pîrghie, iar la cele clasa 3, prin poansonare pe pîrghie;

— *balanţe pentru cereale*, folosite la determinarea greutăţilor calitative ale cerealelor (greutatea unui litru din cereale, exprimată în grame). Se construiesc pentru 1 l şi 1/4 l (acestea numai pentru determinări informative). Pot fi: balanţe etalon de verificare şi balanţe de lucru). Cele etalon de verificare se verifică cu balanţe etalon principale corespunzătoare şi servesc la verificarea celor de lucru. Erorile tolerate pentru justeţe şi sensibilitate practică sînt indicate în tabela 136 iar în tabela 137 pentru greutăţile folosite. Erorile tolerate pentru balanţele noi şi reparate sînt numai în plus. (La determinarea greutăţii calitative a cerealelor cu balanţe de 1 l erorile tolerate sînt $\pm$ 2 g la cele etalon şi $\pm$ 4 g, la cele de lucru). Verificările se fac în gol şi la sarcina maximă, ca la cele tehnice clasa 2, cu greutăţi etalon de verificare, sau prin comparare cu balanţa de cereale-etalon de verificare, prin repetarea a cîte 10 determinări, dintre care se consideră numai ultimele 5, diferenţa între media celor 5 cu balanţa de verificare şi a celor 5 cu balanţa etalon trebuind să nu depăşească erorile tolerate. Verificările se fac iniţial şi anual, în

Tabela 136

Erori tolerate la balanţele pentru cereale

Felul balanţei	Erori tolerate pentru justeţe şi sensibilitate practică					
	Balanţe etalon de verificare		Balanţe de lucru			
			Balanţe noi sau reparate		Balanţe în uz	
	Fără sarcină	Cu sarcina de 1 kg respectiv 200 g	Fără sarcină	Cu sarcină de 1 kg respectiv 200 g	Fără sarcină	Cu sarcina de 1 kg respectiv 200 g
Balanţa de 1 l	200	250	400	500	500	600
Balanţa de 1/4	—	—	150	200	200	300

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 137

Erorile tolerate la greutăţile pentru balanţe de cereale

Masa greutăţii	Eroare tolerată		Masa greutăţii	Eroare tolerată	
	Greutăţi pentru balanţe etalon de verificare	Greutăţi pentru balanţa de lucru		Greutăţi pentru balanţe etalon de verificare	Greutăţi pentru balanţa de lucru
g	mg		g	mg	
500	55	100	10	5	10
200	25	50	5	2,5	5
100	12.5	25	2	1,5	3
50	10	20	1	1	2
20	5	15			

conformitate cu Instrucţiunile 45-58. Marcarea se face prin poansonare pe cutia de greutăţi şi pe plumbul din cele două capace ale plăcii cu inscripţii. Se emit buletine de comparaţie a căror folosire la determinări este obligatorie.

Balanţe compuse obişnuite: balanţe la care talerele se sprijină pe cîte 3 cuţite care constituie 3 puncte de încărcare, pentru fiecare taler corespunzînd cîte un cîmp de încărcare triunghiular. Sînt utilizate la cîntăriri obişnuite, în comerţ etc. cu greutăţi tehnice clasa 3. Au sarcinile maxime de 2; 5; 10; sau 20 kg şi sarcinile minime (corespunzătoare sarcinilor maxime) 20 g; 100 g; 200 g; şi 400 g. Pot fi:

— *balanţe compuse tip A* (Béranger) (fig. 160) compuse din postament, o pîrghie principală cu 5 cuţite şi două pîrghii ajutătoare cu cîte 3 cuţite, talerele cu suporturile lor şi arătătoarele poziţiei de echilibru;

— *balanţe compuse tip B* (Phanzeder) (fig. 161) care se deosebesc de cele de tip A prin faptul că au pîrghia principală de obicei dublă şi prevăzută numai cu 3 cuţite duble (unul central şi două marginale), iar cele două pîrghii ajutătoare sînt cu braţele egale şi au cîte un cuţit central şi două cuţite marginale pe care se sprijină suporturile talerelor;

— *balanţe compuse tip C* (Roberval) (fig. 162) care sînt interzise la folosire în Republica Socialistă România întrucît funcţionarea lor nu poate respecta condiţiile metrologice impuse balanţelor compuse.

Dacă ambele talere sînt detaşabile, diferenţa de greutate dintre ele nu trebuie să depăşească 50 mg la cele de 2 kg sarcină maximă, 100 mg la cele de 5 şi 10 kg sarcină maximă şi 200 mg la cele de 20 kg sarcină maximă.

Erorile tolerate pentru justeţe la balanţele obişnuite noi şi reparate sînt indicate în tabela 138. Verificarea se face iniţial şi anual, în confor-

Scanned with OKEN Scanner

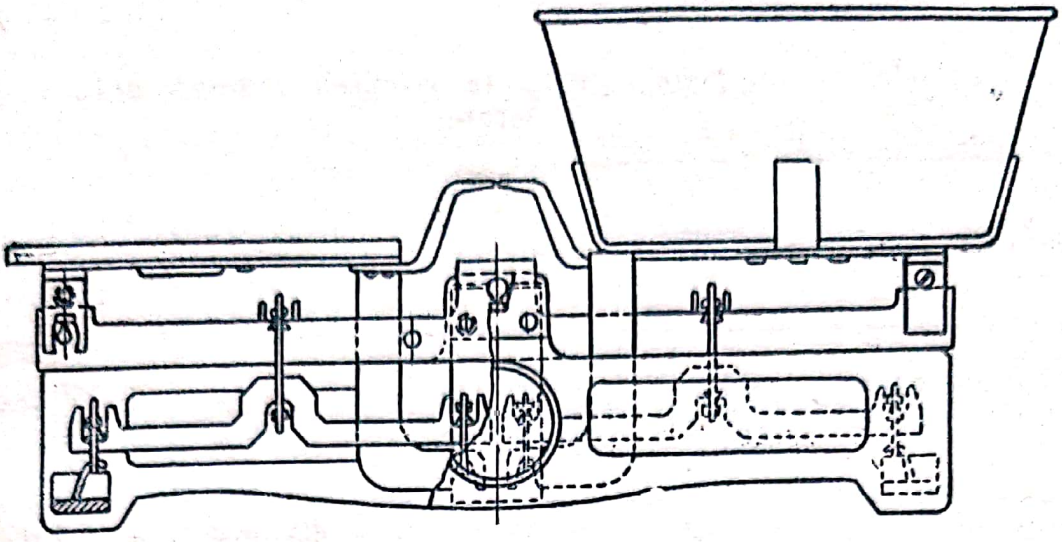


Fig. 160. Balanță compusă tip A (Béranger).

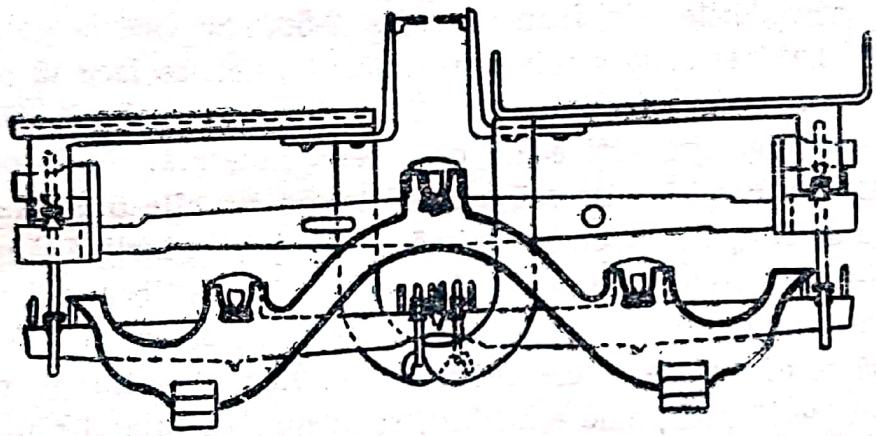


Fig. 161. Balanță compusă tip B (Pfanzender).

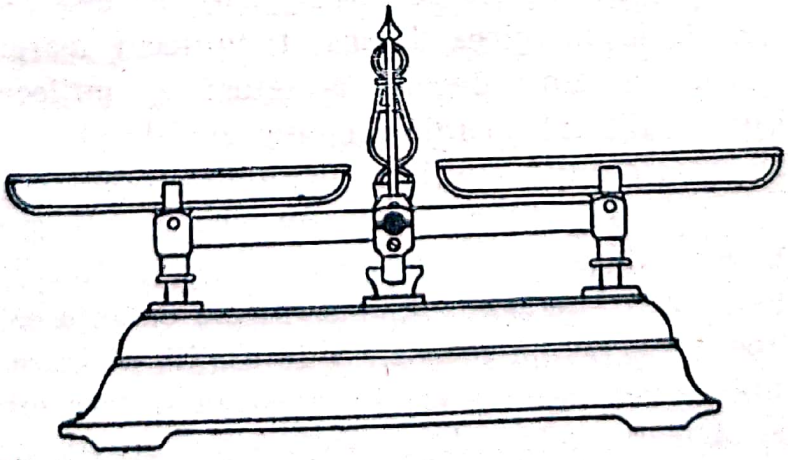


Fig. 162. Balanță tip Roberval.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 138

Erorile tolerate pentru justeţe la balanţele compuse noi şi reparate

Felul balanţelor	Sarcina maximă	La verificarea balanţei neîncărcate	La verificarea balanţei încărcate cu 10 % sarcină maximă	La verificarea balanţei încărcate cu sarcină maximă
Balanţe compuse tehnice	100 g	± 20 mg	± 30 mg	± 150 mg
	200 g	± 30 mg	± 60 mg	± 300 mg
	500 g	± 70 mg	± 150 mg	± 500 mg
Balanţe compuse obişnuite	2 kg	± 200 mg	± 400 mg	± 2 g
	5 kg	± 500 mg	± 1 g	± 5 g
	10 kg	± 1 g	± 2 g	± 10 g
	20 kg	± 2 g	± 4 g	± 20 g

mitate cu prevederile din Instrucţiunile 9-58. Se face la gol, la 10% din sarcina maximă şi la sarcina maximă. La gol, se face să oscileze şi ea trebuie să revină la poziţia iniţială după cîteva oscilaţii. Dacă nu a revenit, se adaugă greutăţi egale cu eroarea tolerată. Dacă nu revine se respinge. La 10%, se încarcă ambele talere cu cîte o greutate-etalon cu valoarea de 10% din sarcina maximă a balanţei, se înclină la maximum într-o parte şi ea trebuie să revină la poziţia de echilibru. (Dacă revine, se adaugă pe rînd pe fiecare taler greutăţi egale cu eroarea tolerată, balanţa trebuind să se deplaseze cu cel puţin 3 mm. În caz contrar se respinge) Dacă nu revine la poziţia de echilibru, se adaugă pe talerul rămas ridicat greutăţi etalon egale cu eroarea tolerată. Dacă nu se atinge poziţia normală de echilibru şi nu s-a deplasat cu cel puţin 3 mm, balanţa se respinge. Operaţiile se fac pentru 8 poziţii de aşezare a greutăţilor etalon pe cele două talere: (a) centru-centru; b) marginea de sus-marginea de sus; c) marginea de jos-marginea de jos; d) marginea de sus-marginea de jos; e) marginea de jos-marginea de sus; f) mijlocul marginii dinspre arătător — mijlocul marginii dinspre arătător; g) mijlocul marginii dinspre arătător — mijlocul marginii opuse arătătorului; h) mijlocul marginii opuse arătătorului — mijlocul marginii dinspre arătător. Dacă nu revine la poziţiile de echilibru, inclusiv cu aşezarea greutăţii egale erorii tolerate, se respinge. La sarcina maximă se verifică aşezînd greutăţi numai pe mijlocul talerelor. După verificare balanţa se descarcă şi arătătoarele trebuie să revină la poziţia de echilibru. Dacă nu revine, se adaugă greutăţi etalon egale cu eroarea tolerată şi dacă totuşi nu revine, se respinge. Marcarea celor admise se face pe cepurile de la pîrghia principală şi de la talerele nedetaşabile.

Scanned with OKEN Scanner

Balanţe compuse tehnice; au postamentul şi pîrghiile închise într-o cutie. Sarcini maxime şi minime: 100 g respectiv 1 g; 200 g respectiv 2 g şi 500 g respectiv 5 g. Sînt de tipul A sau B (identice cu cele obişnuite). Au erorile tolerate indicate în tabela 139. Se verifică la fel ca cele obişnuite anual şi iniţial, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 9-58.

Tabela 139

Erorile tolerate pentru justeţe la balanţele compuse tehnice şi obişnuite

Felul balanţelor	Sarcina maximă	La verificarea balanţei neîncărcate	La verificarea balanţei încărcate cu 10%, sarcină maximă	La verificarea balanţei încărcate cu sarcină maximă
Balanţe compuse tehnice	100 g	± 20 mg	± 30 mg	± 150 mg
	200 g	± 30 mg	± 60 mg	± 300 mg
	500 g	± 70 mg	± 150 mg	± 500 mg
Balanţe compuse obişnuite	2 kg	± 200 mg	± 200 mg	± 2 g
	5 kg	± 500 mg	± 1 g	± 5 g
	10 kg	± 1 g	± 2 g	± 10 g
	20 kg	± 2 g	± 4 g	± 20 g

Observaţii:

— Pentru balanţele compuse în uz, erorile tolerate se dublează.

— La verificarea balanţelor compuse în uz, de alte sarcini maxime decît cele prevăzute, se aplică erorile tolerate pentru balanţele compuse cu sarcină maximă imediat superioară.

Balanţe romane: balanţe cu o singură pîrghie cu braţe neegale, braţul lung avînd o scară gradată în unităţi de masă pe care se deplasează o greutate fixă (romană) pînă la obţinerea echilibrului. (La unele tipuri se deplasează pîrghia însăşi, exemplu: tip Fucoma, folosite numai la cîntărirea ierbii şi fînului în cercetări în domeniul păşunilor). Pot fi:

— *balanţe romane cu simplu raport*, care au un singur cuţit de sarcină pe care se sprijină talerul sau direct sarcina prin intermediul unei paftale de sarcină prevăzută cu cîrlig. Susţinerea balanţei se realizează printr-o pafta de susţinere pe care se află perniţa de susţinere pe care se reazemă pîrghia. Paftaua de sarcină este prevăzută cu un cîrlig de susţinere;

— *balanţe romane cu dublu raport*, care au pe braţul scurt al pîrghiei două cuţite de sarcină, la distanţe diferite faţă de cuţitul de sprijin, permiţînd deci două poziţii de încărcare („pe uşor" şi „pe greu"). Pot fi utilizate între sarcina minimă (cel puţin 10 kg) şi o sarcină oarecare p (pe uşor) şi între sarcina p şi sarcina maximă P (pe greu). Braţul lung are

Scanned with OKEN Scanner

gradat pe o față scara gradată „pe ușor" și pe altul, scara gradată „pe greu". Corpul de cîntărit se agață de cîrligul care se poate introduce, după caz, în fiecare din cele două paftale de sarcină. Verificarea justeței se face atîrnînd la cîrligul de sarcină greutăți-etalon corespunzătoare primei diviziuni, apoi celorlalte. Dacă pentru fiecare diviziune balanța nu se oprește în poziția de echilibru, chiar dacă se adaugă sau se scot greutăți, a căror valoare nu trebuie să depășească eroarea tolerată care este 2‰, balanța se respinge. Pentru fidelitate, se repetă operațiile de mai sus de 3 ori, trebuind să dea aceleași indicații, în limitele erorii tolerate de 2‰. Marcarea celor admise se face prin poansonarea pe pîrghie și pe romană.

Bascule zecimale (decimale); sînt bazate pe principiul pîrghiilor cu brațe neegale, cu raportul 1/10 (s-au realizat și cu raportul 1/100, care însă sînt interzise în Republica Socialistă România). Pot fi:

— *bascule zecimale obișnuite* (fig. 163) pentru sarcini maxime de 50 kg; 100 kg; 200 kg și 500 kg, sarcinile minime fiind 5% din sarcinile maxime. Erorile tolerate la basculele noi și reparate sînt: la gol $\pm$ 0,1‰; între 5% și 20%, $\pm$ 0,2‰; peste 20% pînă la 100%, $\pm$ 1‰ din sarcina de pe platformă. La verificare, dacă arătătorul mobil se oprește sub nivelul arătătorului fix, se adaugă pe platformă greutăți etalon egale cu eroarea tolerată, iar dacă se oprește deasupra arătătorului, se adaugă greutăți etalon pe platanul de greutăți, cu valoarea de zece ori mai mică decît eroarea tolerată. Dacă nu se echilibrează, se respinge. Sensibilitatea se verifică adăugînd pe platformă greutăți egale cu eroarea tolerată, arătătorul mobil trebuind să se deplaseze cu cel puțin 3 mm față de cel fix. Idem, adăugînd pe platanul de greutăți 1/10 din eroarea tolerată. După verificare la sarcina maximă, bascula se descarcă și trebuie să se echilibreze; dacă nu se echilibrează, se așează pe platformă sau platan greutăți etalon egale respectiv cu eroarea tolerată sau 1/10 din ea (cînd se așează pe platan). Dacă nu revine la poziția de echilibru, se respinge. Se verifică și la suprasarcină de 30%. Se încarcă cu o sarcină egală cu sarcina maximă + 30% din ea, se ține 20 ... 30 min., se descarcă și se constată dacă pîrghia de suport nu este deformată sau dacă nu s-au deplasat pernițele de pe postament. În caz afirmativ se respinge. Verificările se fac inițial și anual, în conformitate cu Instrucțiunile 66-58; pentru cele admise, marca de verificare se aplică pe plumbul de la plăcuța cu inscripții;

— *bascule zecimale speciale*: bascule zecimale particularizate constructiv în funcție de scop. Distingem:

— b a s c u l e z e c i m a l e f o r m a t m a s ă (fig. 164); au platforma situată la partea superioară, putîndu-se astfel cîntări piese lungi și mărfuri voluminoase. Platforma se sprijină pe patru cuțite de sarcină care se găsesc la două pîrghii de suport. Suprafața cîmpului

Scanned with OKEN Scanner

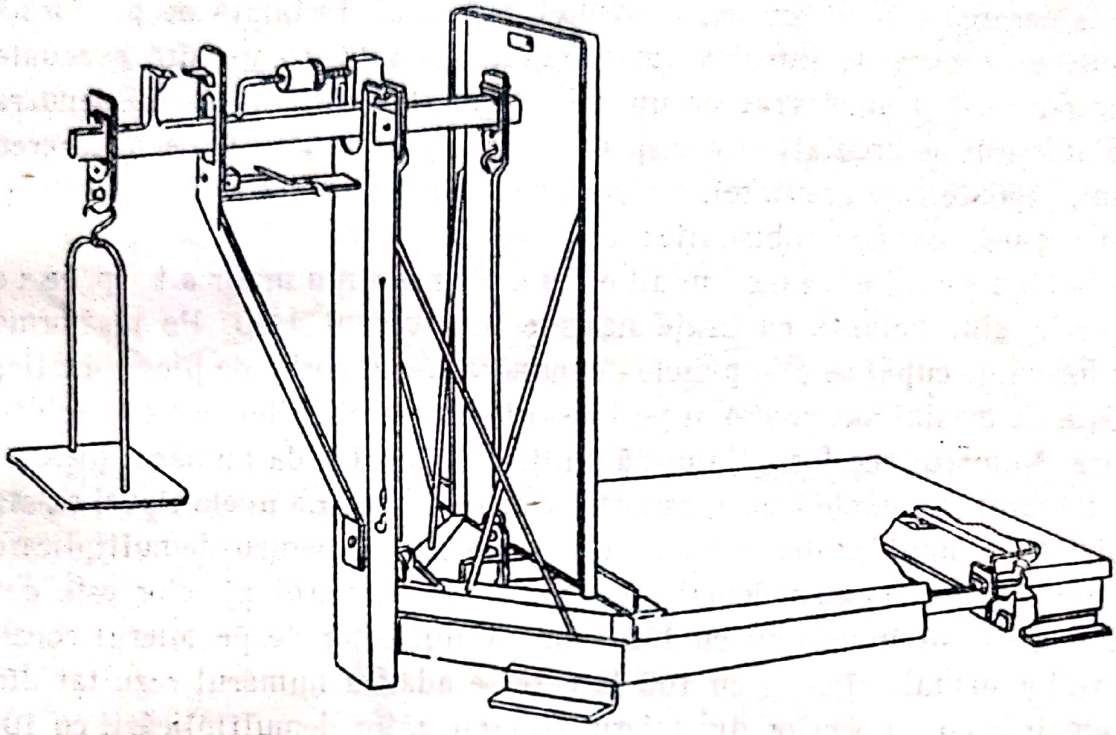


Fig. 163. Basculă zecimală obișnuită.

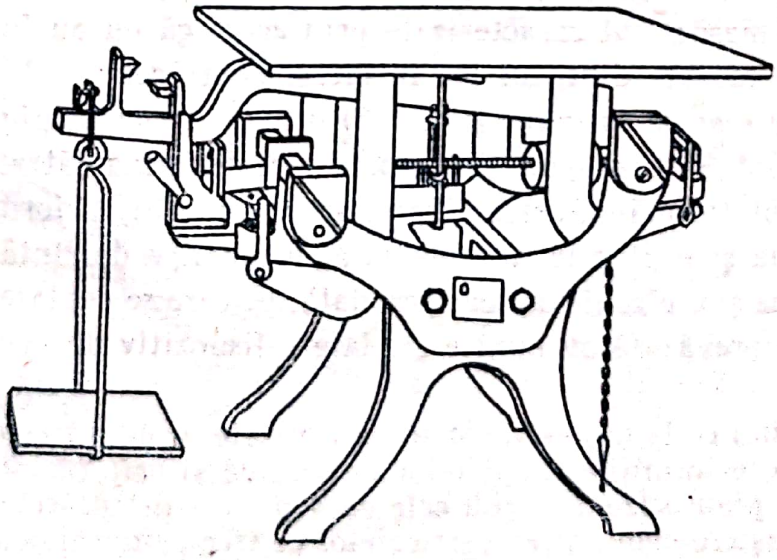


Fig. **164.** Basculă zecimală format masă.

Scanned with OKEN Scanner

de încărcare [1]) este minimum 50% din suprafaţa platformei. Sarcini maxime: 100 kg şi 200 kg; sarcini minime: 5% din sarcinile maxime. Verificările, identice cu cele ale basculelor zecimale obişnuite, se fac iniţial şi anual, în conformitate cu Instrucţiunile 66-58;

— b a s c u l e z e c i m a l e c u p î l n i e (fig. 165), sînt asemănătoare cu cele obişnuite, cu deosebirea că au instalată pe platformă o pîlnie în care se introduc materialele de cîntărit care sînt evacuate printr-un şubăr manevrat de un mecanism. La cîrligul de suspendare a platanului de greutăţi este suspendat un mic platan pentru echilibrarea pîlniei (poate fi o greutate). Se verifică în acelaşi mod şi după aceleaşi instrucţiuni ca cele obişnuite;

— b a s c u l e z e c i m a l e p e n t r u n u m ă r a t p i e s e m i c i, sînt balanţe cu braţe neegale în raportul 1/10. Pe platformă (în formă de cupă) se pun piesele de numărat (este vorba de piese identice făcute de maşini automate) şi pe taler piese de acelaşi fel, pînă la echilibrare. Numărul acestora din urmă multiplicat cu 10, dă numărul pieselor de numărat. La unele tipuri, raportul este de 1/100. La unele tipuri există trei talere: unul pentru piesele de numărat, unul pentru demultiplicare cu 100 şi altul pentru demultiplicare cu 10. Numărul pieselor este dat prin rezultatul înmulţirii cu 100 a numărului celor de pe talerul corespunzător demultiplicării cu 100 la care se adaugă numărul rezultat din înmulţirea cu 10 a celor din talerul corespunzător demultiplicării cu 10. Verificarea se face iniţial şi anual, ca la basculele zecimale obişnuite [2]).

Bascule romane transportabile: bascule realizate în diferite tipuri şi variante (în funcţie de destinaţie) la care cîntărirea se realizează prin deplasarea unei greutăţi fixe (romană) pe pîrghia cu scara gradată în unităţi de masă; sînt caracterizate prin aceia că nu au fundaţie fixă şi deci pot fi mutate dintr-un loc în altul. Distingem:

— *bascule romane obişnuite* (fig. 166) bazate pe principiul pîrghiilor cu braţe neegale. Sînt compuse din: postament de formă pătrată sau dreptunghiulară, platformă cu rezemătoare, sistem de pîrghii format din pîrghii de sarcină şi o pîrghie intermediară, dispozitiv de cîntărire format dintr-o coloană şi o pîrghie cu scară gradată, pe care se deplasează romana (care poate fi prevăzută cu lamele gradate), dispozitiv de izolare. Supra-

---

[1]) Poligonul ce ia naştere prin unirea punctelor de intersecţie a verticalelor ce trec prin mijlocul cuţitelor de sarcină şi prin inelul de la platformă, cu un plan orizontal. (La cele cu 4 puncte de încărcare este poligonul ce ia naştere prin unirea verticalelor ce trec prin mijlocul muchiilor celor patru cuţite de sarcină.

[2]) Unele tipuri au pîrghia gradată în unităţi de masă. În loc să se pună piese pe talerele mici, se deplasează romana şi se cîntăresc, obţinîndu-se nu numărul ci masa lor. Se verifică în acest caz ca basculele romane obişnuite.

Scanned with OKEN Scanner

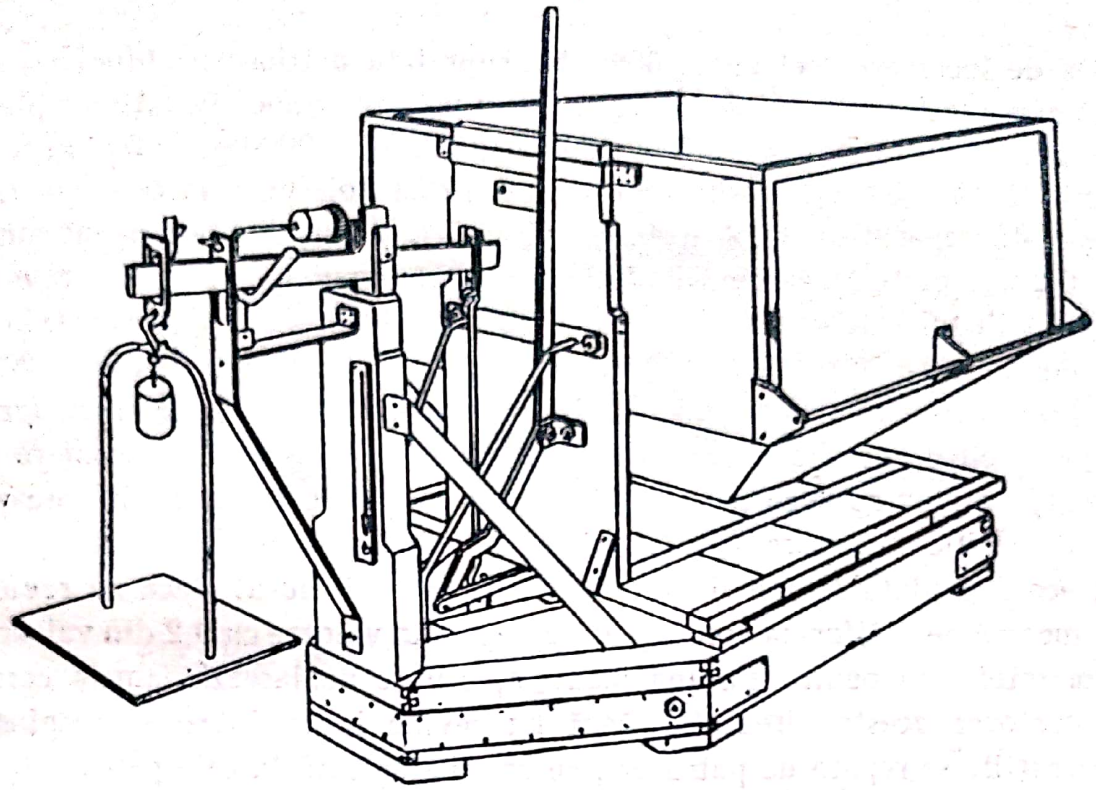


Fig. 165. Basculă zecimală cu pîlnie.

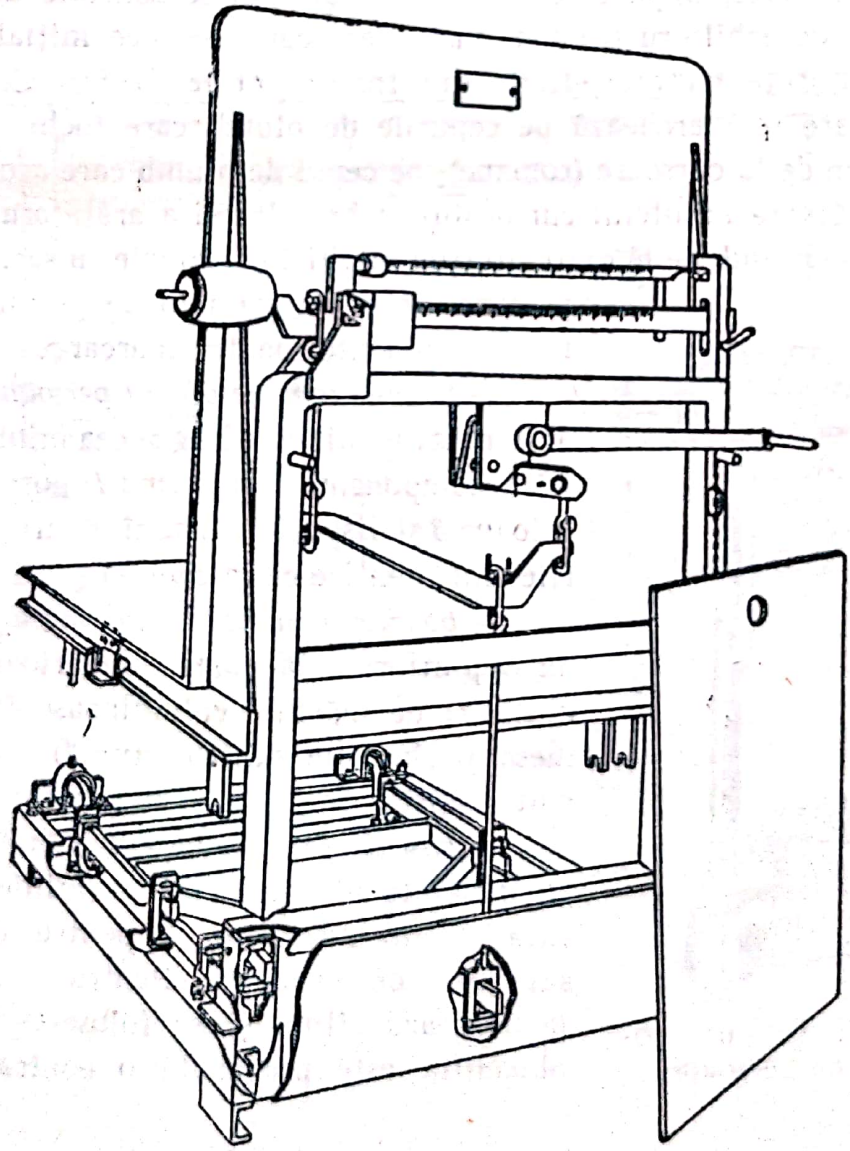


Fig. 166. Basculă romană obișnuită.

Scanned with OKEN Scanner

fața de încărcare: cel puțin 50% din suprafața platformei; lungimea și lățimea platformei: cel puțin 70% din lungimea, respectiv lățimea platformei. Sarcini maxime: 100 kg; 200 kg; 500 kg; 1 000 kg; 2 000 kg. Sarcini minime: 5% din sarcinile maxime. Erori tolerate: la cele noi sau ieșite din reparație: la gol $\pm$ 0,1‰; între 5% și 20% din sarcina maximă, $\pm$ 0,2‰; peste 20% pînă la 100% sarcina maximă $\pm$ 1‰. La cele în uz, erorile tolerate sînt duble. Se verifică la gol, la 10% din sarcina maximă, la două repere între 10% și 20% din s. max. și la 10 repere dintre 20% și 100% din sarcina maximă. Verificarea se face prin încărcare cu greutăți-etalon de verificare de ordinul III și prin adăugare sau scoatere de greutăți etalon egale cu eroarea tolerată, în cazul în care nu se echilibrează. După verificare la sarcina maximă, se descarcă și se verifică dacă pîrghia cu scara gradată revine singură la poziția de echilibru. Dacă nu revine, se încarcă pe platformă greutăți etalon egale în valoare cu 0,2 din valoarea erorii tolerate pentru sarcina maximă, sau se deplasează lamela corespunzătoare acestei greutăți. Dacă nu revine la echilibru se respinge. Operațiile se repetă de patru ori, cu sarcina așezată în cele patru colțuri ale platformei. Se verifică și la suprasarcina 30% cînd se ține încărcată 20 ... 30 minute, după care se descarcă și apoi se constată dacă revine la poziția de echilibru (ca mai sus). Verificarea se face inițial și anual, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 90-58. Cele admise la verificare se marchează pe cepurile de plumb care închid cavitățile de ajustare de la cursoare (romane), pe cepul de plumb care acoperă șuruburile de fixare a dintelui cursorului, a brațului și a arătătorului mobil, pe cepul de plumb de la extremitățile pîrghiei principale cu scara gradată, pe cursoare și pe plumbul de pe un șurub de fixare a plăcuței pentru marcare;

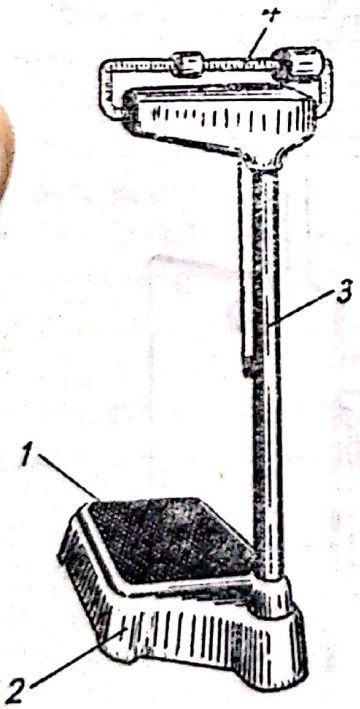


Fig. 167. Basculă romană de persoane.

— *bascule romane pentru persoane* (fig. 167) au sarcina maximă 150 kg și cea minimă 7,5 kg. Părți componente: platforma *1*, postamentul *2*, coloana *3* și dispozitivul de cîntărire *4*. Verificările sînt identice ca la cele obișnuite;

— *bascule romane format masă* (fig. 168) au o platformă la partea superioară, pentru cîntăriri de mărfuri voluminoase (se mai numesc și „bascule pentru stupi"). Verificările sînt identice ca la cele obișnuite;

— *bascule romane format pîlnie* (fig. 169) au instalată pe platformă o pîlnie *1* prevăzută cu un mecanism *2* pentru deschiderea șubărului de evacuare. Pentru cazul cînd se demontează pîlnia și se folosește ca basculă obișnuită, este prevăzută o contragreutate *3*

Scanned with OKEN Scanner

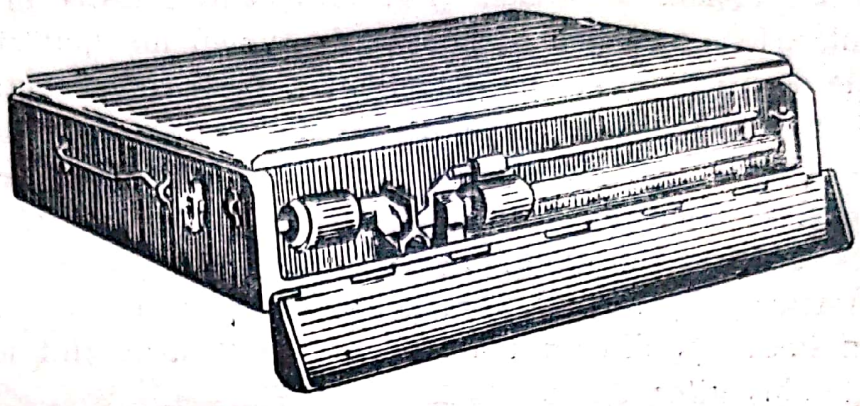


Fig. 168. Basculă romană format masă (pentru stupi).

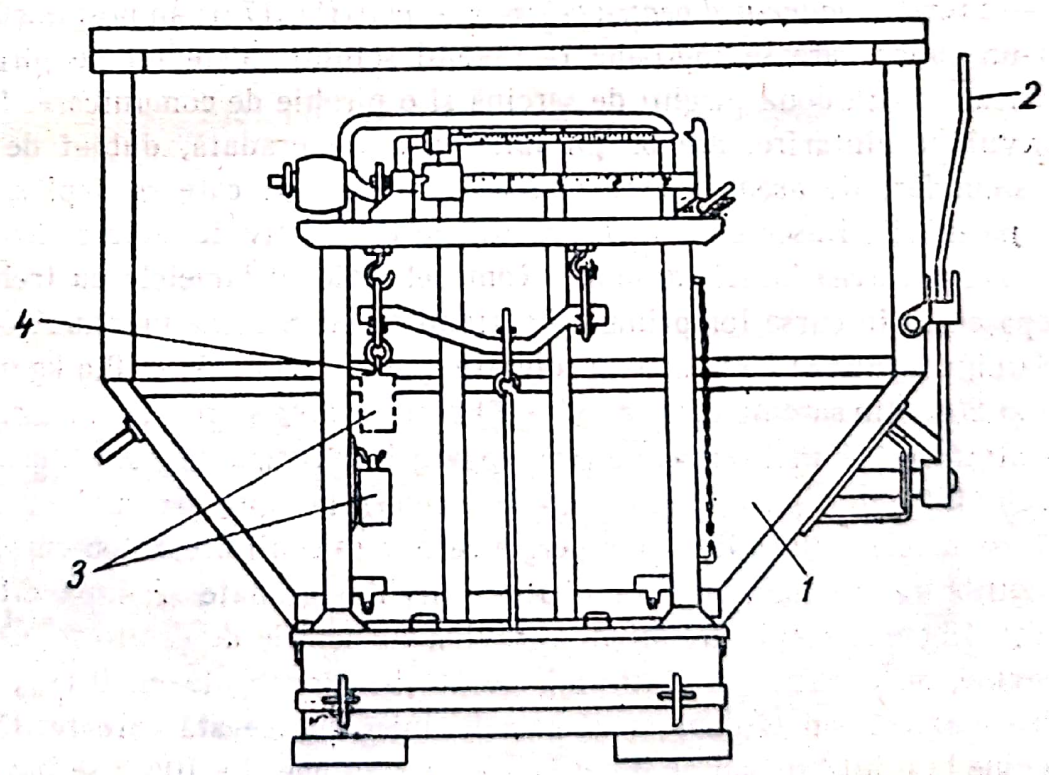


Fig. 169. Basculă romană cu pîlnie.

Scanned with OKEN Scanner

care este agăţată cu cîrligul *4* de un inel de la tija scurtă de tracţiune. Sarcini maxime şi minime, cîmp de măsurare etc, ca şi verificările, sînt identice ca la cele obişnuite;

— *bascule romane suspendate* (fig. 170); sînt folosite în industrie pentru cîntăriri de materiale şi produse în timpul manipulării acestora (suspendate de macarale sau poduri rulante). Părţi componente: cutia *1* prevăzută cu capac, inel de suspensie *2*, sistemul de pîrghii alcătuit din pîrghia de sarcină *3* şi pîrghia intermediară *4*, dispozitiv de cîntărire identic cu cel al basculelor obişnuite, cîrlig de sarcină *5*. Cîrligul, inelul sau bara de suspensie sînt din oţel, şi sînt calculate şi verificate la dublul sarcinii maxime a aparatului. Sarcini maxime: între 1 000 şi 10 000 kg. Sarcini minime: 5% din sarcina maximă. Verificările sînt identice ca la basculele obişnuite;

— *bascule romane pentru vite* (fig. 171); au două pîrghii de sarcină şi o pîrghie de comunicare. Pe laturile platformei este montat un grilaj *1* prevăzut la laturile mici cu uşi *2* pentru intrarea şi eşirea vitelor. Sarcini maxime: 500, 1 000 şi 2 000 kg. Sarcini minime: 5% din sarcina maximă. Cîmpul de încărcare etc., ca şi verificările, sînt identice ca la basculele obişnuite;

— *bascule romane-pod pentru vehicule rutiere* (fig. 172); au postamentul dintr-un cadru care se îngroapă la nivelul solului. Sistemul de pîrghii este alcătuit din două pîrghii de sarcină şi o pîrghie de comunicare. Dispozitivul de cîntărire, are braţul lung cu scara gradată, dublat de un braţ secundar, de asemenea cu o scară gradată, pe care se deplasează „romana mică". Basculele sînt prevăzute cu dispozitiv de izolare. Romanele mari pot avea lamele gradate. Romanele mici şi lamelele nu trebuie să depăşească în cursa lor primul şi ultimul reper. Sarcina maximă: 3000 kg. Sarcina minimă: 75 kg. Erori tolerate: $\pm$ 0,3 kg la gol; $\pm$ 0,6 kg între 2,5% şi 20% din sarcina maximă şi $\pm$ 3 kg peste 20% şi 100% din sarcina de pe platformă. Funcţionarea se verifică la gol, la 10% din sarcina maximă la sarcini între 10% şi 100% din sarcina maximă şi la suprasarcină. La gol: se aşază romanele şi lamelele pe reperele zero şi se echilibrează cu cursorul de echilibrare, se manipulează piedica pîrghiei gradate şi după cîteva oscilaţii libere, basçula trebuind să revină în poziţie de echilibru. Dacă nu revine, se adaugă pe platformă greutăţi-etalon egale cu 0,1‰ din sarcina maximă sau se deplasează romana mică cu această valoare. Dacă nu revine la echilibru sau nu o depăşeşte, se respinge. La 10%: se încarcă în mijlocul platformei greutăţi etalon egale cu 10% din sarcina maximă romana fiind aşezată pe reperul corespunzător acestei sarcini. a) Dacă se echilibrează, se verifică sensibilitatea adăugînd pe platformă greutăţi-etalon în valoare de 0,2‰ din sarcina maximă. Dacă vîrful arătătorului nu se deplasează faţă de cel fix cu cel puţin 3 mm, bascula se respinge. b) Dacă nu se echilibrează, se adaugă sau se scot greutăţi-etalon egale în valoare

Scanned with OKEN Scanner

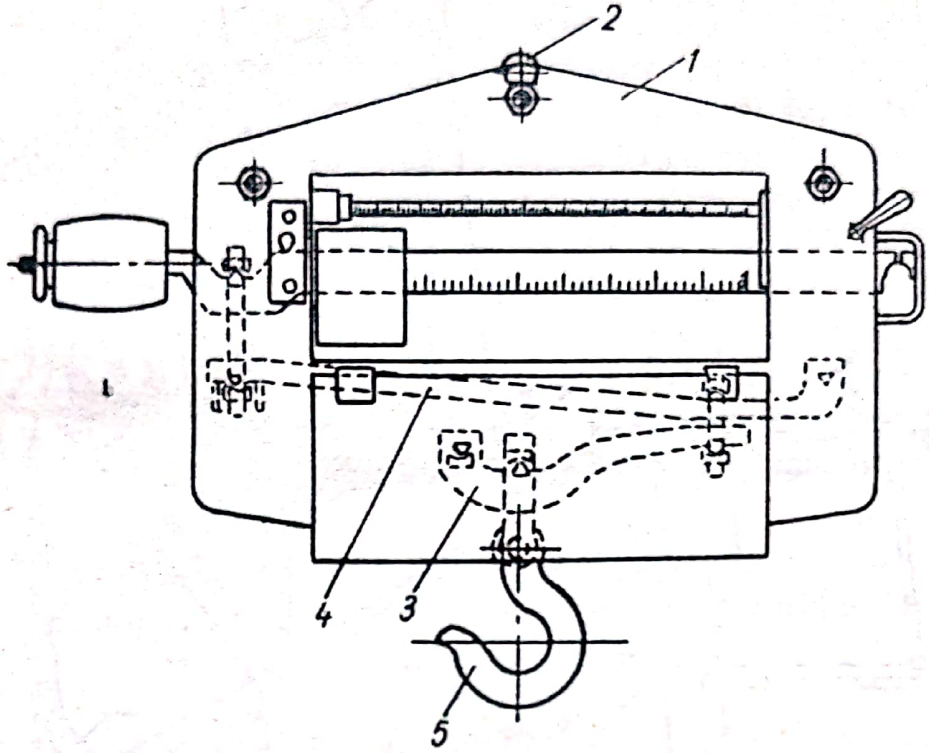


Fig. 170. Basculă romană suspendată.

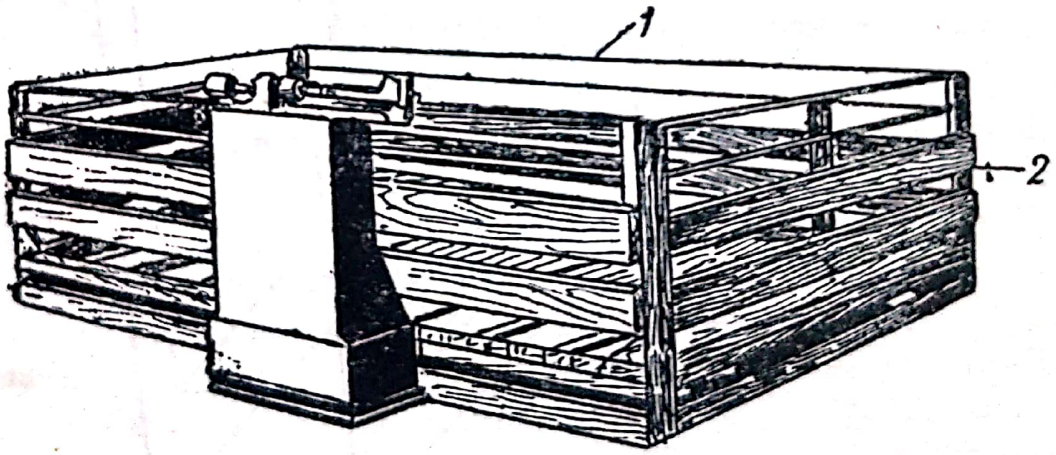


Fig. 171. Basculă romană transportabilă pentru vite.

Scanned with OKEN Scanner

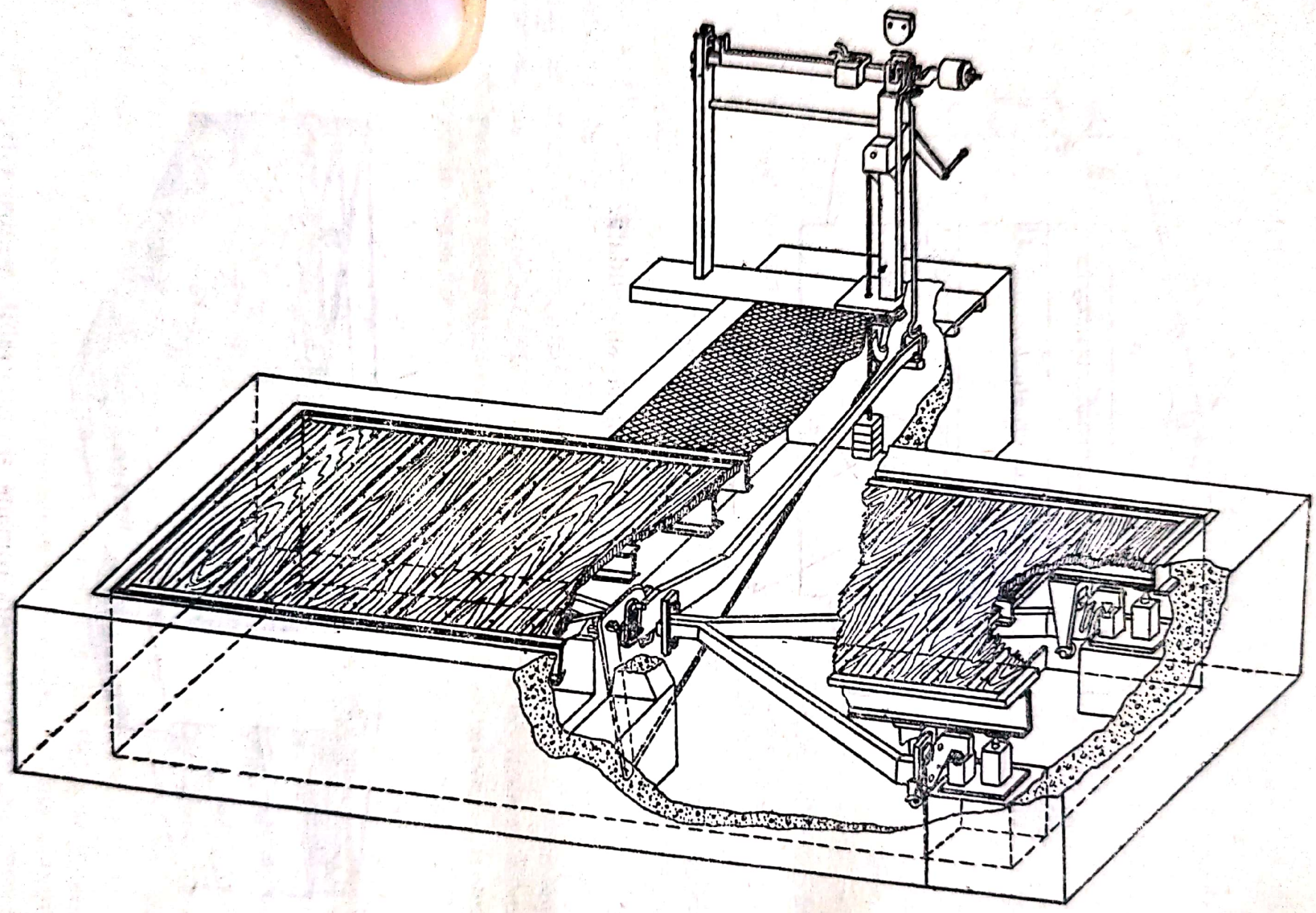


Fig. 172. Basculă romană pod pentru vehicule rutiere.

Scanned with OKEN Scanner

egală cu eroarea tolerată la justeţe (0,600 kg) şi dacă arătătorul mobil nu revine cel puţin la nivelul arătătorului fix şi în acelaşi timp nu s-a deplasat cel puţin 3 mm, bascula se respinge. Operaţiile se repetă de patru ori, cu sarcinile aşezate succesiv în cele patru colţuri ale platformei. Dacă în condiţiile arătate mai sus nu revine la echilibru, bascula se respinge. La sarcini între 10% şi 100% sarcina maximă: se face pentru cel puţin două repere între 10% şi 20% sarcina maximă şi pentru 10 repere, între 20% şi 100%, inclusiv cel pentru sarcina maximă, în acelaşi mod ca pentru verificarea la 10%. La suprasarcină 30%: bascula fiind încărcată cu sarcina maximă, se aşază romana pe reperul egal cu 70% din sarcina maximă şi de capătul braţului lung (în dreptul indicatorului mobil) se atîrnă cu o clemă greutăţi pînă se obţine echilibru. Se deplasează romana la ultimul reper al scării şi se încarcă cu material sau greutăţi-etalon, pînă la echilibrare. Se ţine 20... 30 min..., se descarcă şi se verifică dacă revine la poziţia de echilibru, dacă pîrghiile de sarcină nu s-au deformat, dacă perniţele de la postament nu s-au deplasat. Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 42-58. La verificările iniţiale la fabrica producătoare, marca de verificare se aplică pe cepul de plumb de la locurile de înclinare a braţelor pîrghiilor de suport al sarcinii, pe cepurile de plumb care închid cavităţile de ajustare ale romanei şi şuruburile de fixare ale ciocului romanei, iar la verificările făcute la locul de instalare, pe cepul de plumb de la extremităţile braţului cu scara gradată, pe romane, pe plumbul din capsula de fixare a plăcuţei cu inscripţii şi în locurile arătate mai sus, în cazul cînd ele au fost distruse cu ocazia instalării sau reparării.

Bascule romane stabile: sînt caracterizate prin faptul că sînt montate pe un postament (de beton sau zidărie) mărginit în interior (spre platformă) cu o bordură din oţel laminat şi prevăzut cu gură de vizitare (acoperită cu un capac). Pot fi:

— *bascule romane stabile pod*, în categoria cărora se cuprind:

— b a s c u l e p o d (s t a b i l e) p e n t r u v e h i c u l e r u t i e r e, a căror funcţionare şi mod de verificare este identică cu a celor transportabile cu aceiaşi destinaţie. Sarcini maxime: 3 000 kg; 5 000 kg; 10 000 kg; 15 000 kg; 20 000 kg. Verificările se fac în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 42-58, erorile tolerate fiind la gol: $\pm$ 0,1‰ din sarcina maximă; între 2,5% şi 20% din sarcina maximă: $\pm$ 0,2‰ sarcina maximă; peste 20% pînă la 100% sarcina maximă: $\pm$ 1‰ din sarcina maximă;

— b a s c u l e p o d p e n t r u v a g o a n e, pot fi pentru cale întreruptă şi pentru cale continuă, constructiv putînd fi cu una sau două platforme şi cu unul sau mai multe dispozitive de cîntărire.

Scanned with OKEN Scanner

Cele cu două platforme nu au dispozitiv de izolare. Sarcini maxime: 40 t; 50 t; 70 t; 100 t; 150 t şi 200 t. Sarcini minime: 2,5% din sarcina maximă. Erori tolerate: la gol, $\pm$ 0,1‰ din sarcina maximă; între sarcina maximă şi 20% din sarcina maximă, $\pm$ 0,2‰ din sarcina maximă; între 20% şi 100% din sarcina maximă $\pm$ 1‰ din sarcina încărcată. Verificările funcţionării constau din: verificarea pîrghiei gradate (care se scoate şi se montează la un aparat pentru verificarea diviziunilor, la care se utilizează greutăţi etalon de verificare de ord. II), verificarea basculei neîncărcate (la gol), verificarea la 10 t, verificarea lamelelor gradate, verificarea cu vagonul etalon şi greutăţi etalon. La gol, verificarea se face ca la toate basculele romane. La sarcina de 10 t, verificarea se face cu greutăţi etalon de 1 000 kg şi 500 kg şi a unui vagonet cu masa 500 kg (de la un vagon W.R.B. [1])), Pe vagonet se încarcă 9 greutăţi de 1 000 şi una de 500, astfel că împreună cu vagonetul fac 10 t şi se aduce în mijlocul platformei, apoi în cele patru colţuri. Operaţiile: ca la basculele romane obişnuite, cu adăugarea sarcinilor egale cu erorile tolerate, în cazul cînd nu se echilibrează. Verificarea lamelelor se face (pentru fiecare lamelă în parte, începînd cu cea mai mare) la patru repere, 1/4, 1/2, 3/4 şi ultimul. La sarcini mari, se verifică cu vagonul etalon cu masa de 30 sau 60 t şi cu greutăţi etalon de 500 şi 1 000 kg. În cazul celor cu două platforme, verificările se fac cu vagonul aşezat succesiv la extremităţile de la mijlocul fiecărei platforme, apoi pe ambele platforme, vagonul adus pe rînd cu primul boghiu la limita fiecăreia din platforme şi cu celălalt pe cealaltă platformă, în fiecare caz indicaţiile trebuind să corespundă în limitele erorilor tolerate. Verificările se fac iniţial (fabricaţie, şi după instalaţie şi fiecare reparaţie) şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 173-62; marca de verificare se aplică pe cepurile care acoperă cavitatea de ajustare a romanei şi şurubul de fixare a dintelui romanei, pe cepul de plumb de la braţul pîrghiei gradate, pe plumbul din capsula de fixare a plăcuţei pentru marcare;

— *bascule stabile cu pîlnie*; au în loc de platformă o pîlnie de dimensiuni mari, a cărei parte inferioară se închide şi deschide printr-un mecanism şi care este susţinută printr-o ramă de susţinere care se sprijină pe pîrghiile de sarcină (în număr de patru), susţinute la rîndul lor de două grinzi încastrate în fundaţie. Se folosesc la mori şi silozuri pentru cîntărirea cerealelor. Sarcinile maxime şi minime şi modul de verificare, sînt identice ca la basculele romane obişnuite;

— *bascule romane stabile pentru cale aeriană*, utilizate în întreprinderi unde se transportă materiale pe o şină aeriană de transport (abatoare,

---

[1]) Vagon de reparat bascule, aflat în dotaţia căilor ferate.

Scanned with OKEN Scanner

întreprinderi miniere etc.), şina fiind întreruptă în dreptul basculei care primeşte astfel sarcina şi o cîntăreşte. Sarcinile maxime şi minime precum şi verificarea este la fel ca la celelalte bascule romane stabile.

b. Aparate de cîntărit semiautomate[1]) bazate pe principiul pîrghiilor

Balanţe semiautomate cu cadran: aparate de cîntărit la care greutatea corpului de cîntărit produce rotirea cu un anumit unghi a dispozitivului de înclinare care deplasează un indicator în faţa unui cadran cu scara gradată în unităţi de masă. Se realizează în diferite tipuri şi variante. Sînt utilizate în special în comerţ. Distingem:

— *balanţe semiautomate cu cadran fără greutăţi*; funcţionează potrivit schemei din fig. 173, rezultatul cîntăririi fiind indicat numai de scara de pe cadran trasată pe un arc de cerc cu axa în centrul de rotire a acului indicator, reperele fiind trasate radial. Sarcini maxime: 100 g; 200 g; 500 g; 1 kg; 2 kg. Sarcini minime: 1/20 din sarcina maximă. Valoarea diviziunii la cele cu sarcină maximă pînă la 1 kg, este de 1,2 sau 5 g, iar la cele cu sarcină maximă de 1 sau 2 kg, de 5 sau 10 g, scara gradată trebuind să aibă 100 sau 200 diviziuni. Sînt prevăzute cu amortizoare cu aer sau lichid. Unghiul de înclinare al indicatorului nu trebuie să depăşească 90°. Erori tolerate: la gol: 0,25 din valoarea unei diviziuni; în limitele scării gradate: $\pm$ 0,5 din valoarea unei diviziuni. La cele în uz, erorile tolerate sînt duble. Verificarea funcţionării: la gol, la 10% din sarcina maximă, la sarcina maximă şi pentru corectitudinea scării gradate. La gol, se aduce balanţa în poziţie orizontală prin reglarea şuruburilor de calaj, vîrful indicatorului trebuind să fie la zero pe ambele cadrane. Contrariu, se scoate sau se adaugă material de ajustare din cavitatea aflată în acest scop la suportul talerului. Dacă nu se poate ajusta, se respinge. Se verifică acţiunea amortizorului, reglîndu-l în poziţia celei mai

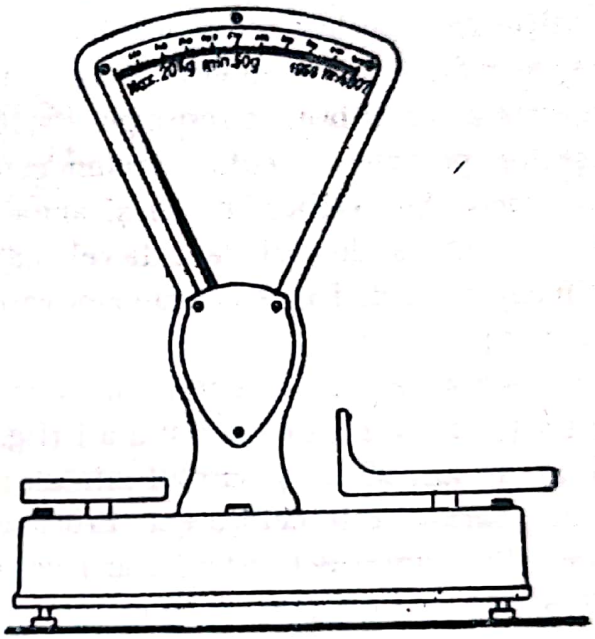


Fig. 173. Balanţă semiautomată cu cadran fără greutăţi.

[1]) Aparate de cîntărit la care una sau două din cele trei operaţii ale cîntăririi (încărcarea, cîntărirea, descărcarea) se face manual. De obicei, cîntărirea este automată şi una sau amîndouă celelalte operaţii sînt făcute manual.

Scanned with OKEN Scanner

mari frînări şi făcînd să oscileze balanţa, ca să deplaseze indicatorul, acesta trebuie să revină în aceeaşi poziţie. Dacă nu revine nici cu adăugarea de greutăţi etalon egale cu eroarea tolerată corespunzătoare, se respinge. Scara gradată se verifică la cel puţin patru repere şi anume la 1/4, 1/2, 3/4 şi limită (ultimul reper) prin încărcare cu greutăţi etalon corespunzătoare pe talerul de sarcină. a) Dacă se opreşte în poziţia de echilibru corespunzătoare, se adaugă greutăţi etalon cu 0,25 din valoarea unei diviziuni care trebuie să provoace o deplasare perceptibilă a indicatorului, contrariu se respinge. b) Dacă nu se opreşte la poziţia de echilibru corespunzătoare, se adaugă greutăţi etalon pe talerul rămas ridicat, egale cu eroarea tolerată. Dacă nu atinge sau nu depăşeşte poziţia de echilibru, se respinge. La 10% şi la celelalte repere, se verifică aşezînd pe talere greutăţi etalon corespunzătoare. În rest, ca la toate balanţele. Se verifică iniţial şi anual, în conformitate cu Instrucţiunile 81-58; marca de verificare, la cele admise, se aplică pe cepurile de plumb din capsulele de fixare ale ramelor carcasei şi de la şuruburile care fixează carcasa;

— balanţe semiautomate cu cadran, cu greutăţi aşezate manual (fig. 174) sarcini maxime: 1 kg; 2 kg; 5 kg; 10 kg; 20 kg şi sarcini minime: 1/20 din limita superioară a scării cînd aparatul este neîncărcat. Erori tolerate: la gol, ± 0,25 din valoarea unei diviziuni; în limitele scării gradate, ± 0,5 din valoarea unei diviziuni; la sarcini care depăşesc limita scării, ± 1‰ din sarcina de pe talere, dar nu mai mică decît 0,5 din diviziune. Verificările sînt identice ca la balanţa semiautomată cu cadran verificîndu-se însă la 10%, cu greutăţi etalon aşezate în centru pe ambele talere (egale cu 10% din sarcina maximă), balanţa trebuind să fie în poziţie normală de echilibru. Se repetă operaţia în alte şapte poziţii: faţă — spate, dreapta-stînga, stînga-centru, centru-stînga, spate-faţă, faţă-faţă, spate-spate. (Poziţiile sînt considerate că faţa talerelor este cea dinspre operatorul aşezat în faţa balanţei). Se verifică iniţial şi periodic, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 81-58;

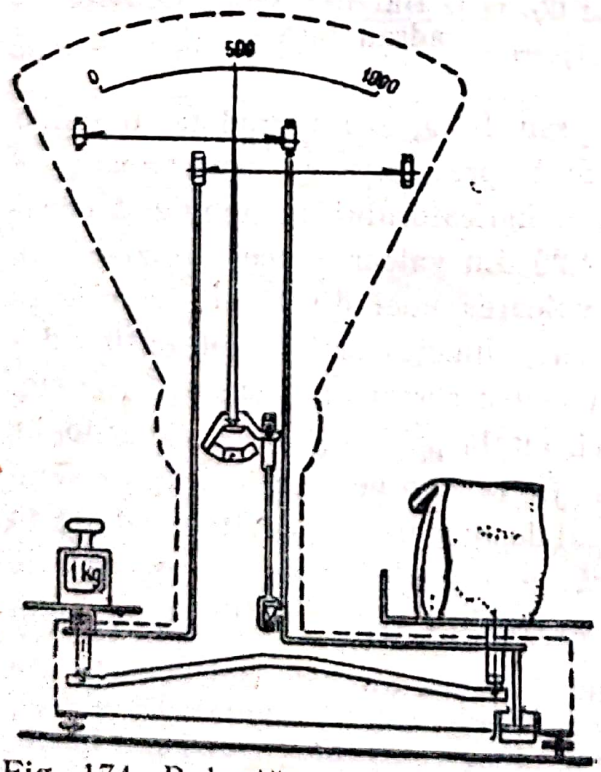


Fig. 174. Balanţă semiautomată cu greutăţi aşezate manual.

Scanned with OKEN Scanner

— balanţe semiautomate cu greutăţi aşezate mecanic (fig. 175) Sarcini maxime: 2 kg; 5 kg; 10 kg şi 20 kg. Sarcini minime: 1/20 din limita superioară a scării gradate cînd aparatul este neîncărcat. Erori tolerate: la gol, ± 0,25 din diviziune; la limitele scării gradate, ± 0,5 din diviziune; la sarcini care depăşesc limita superioară a scării gradate, ± 1‰ din sarcina de pe taler, dar

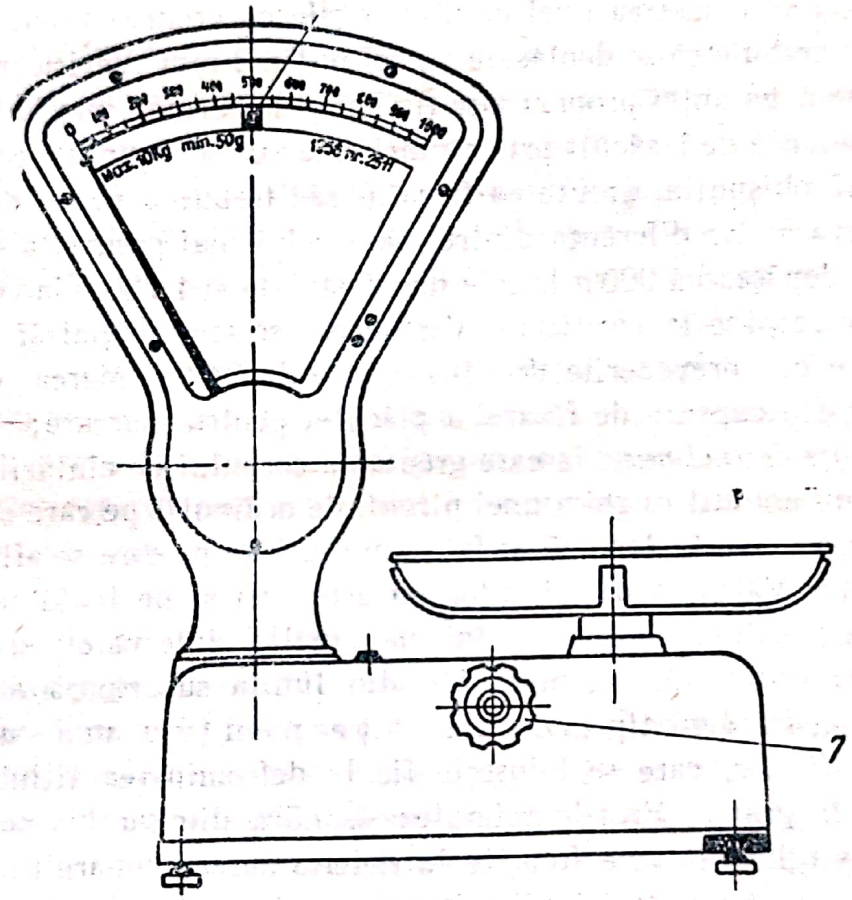


Fig. 175. Balanţă semiautomată cu greutăţi aşezate mecanic.

nu mai mică decît 0,5 din diviziune. Verificările sînt identice ca la celelalte balanţe semiautomate, în plus verificîndu-se şi pentru greutăţile adiţionale, în care scop se roteşte rozeta *1* de manipulare a greutăţilor pentru aşezarea primei greutăţi adiţionale. În această situaţie indicatorul trebuie să se oprească în dreptul reperului corespunzător sarcinei indicate de dispozitivul de manipulare a greutăţilor, în limitele erorii tolerate. Se aşază apoi pe talerul pentru sarcini de cîntărit o greutate etalon egală cu sarcina indicată de dispozitivul de manipulare a greutăţilor balanţei, indicatorul trebuind să revină în poziţia normală de echilibru, în limitele erorii tolerate. În mod asemănător se face verificarea pentru toate gre-

Scanned with OKEN Scanner

utăţile adiţionale. Neînscrierile în erorile tolerate duc la respingerea balanţei. Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu Instrucţiunile 81-58;

— *balanţe semiautomate de însăcuit ciment* [1]: sînt bazate pe principiul pîrghiilor cu braţe egale, combinate cu dispozitive mecanice; sînt folosite la umplerea sacilor cu cîte 50 kg ciment. Se construiesc şi în grupuri de cîte două sau trei aparate reunite (instalaţii de însăcuit ciment). Pot fi transportabile sau stabile. Erori tolerate: ± 5 g la verificarea balanţei propriu zise neîncărcate; ± 50 g la verificarea balanţei propriu-zise încărcată cu 50 kg; ± 500 g la verificarea funcţionării ca balanţă de însăcuit. La adăugarea unei greutăţi egale cu eroarea tolerată, vîrful arătătorului trebuie să se deplaseze cu cel puţin 3 mm. Verificarea constă din verificarea balanţei propriu zise (la gol şi la sarcina maximă) şi verificarea ca balanţă de însăcuit prin cîntărirea a 10 saci umpluţi consecutiv, pe o basculă obişnuită, greutatea fiecărui sac trebuind să nu depăşească eroarea tolerată, iar diferenţa dintre masa celui mai greu şi a celui mai uşor, să nu depăşească 900 g la cele nou instalate şi 1 700 g la cele în uz, contrariu se resping la verificare. Verificarea se face iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 94-58. Marca se aplică pe plumbul din capsula de fixare a plăcuţei pentru marcare;

— *balanţe de înclinare*, la care greutatea corpului de cîntărit produce o rotire cu un anumit unghi a unei pîrghii de ordinul I pe care se află un ac indicator care se deplasează în faţa unui cadran pe care se află trasată scara gradată. Valoarea diviziunilor nu este aceiaşi pe toată întinderea scării, aceasta fiind împărţită în mai multe intervale cu aceeaşi valoare a diviziunii, de cel mult 1% din limita superioară a intervalului. Cel mai frecvent tip este b a l a n ţ a p e n t r u m ă s u r a r e a f i n e ţ e i firelor, care se foloseşte fie la determinarea titlului [2], fie a greutăţii în grame. Erorile tolerate: ± 0,5% din sarcina suspendată la cîrligul pîrghiei la cele folosite la determinarea numărului metric [3] şi ± 0,5 din valoarea diviziunii minime la cele folosite la determinarea titlului sau a greutăţii; la cele în uz erorile tolerate se dublează. Se verifică iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 77-58. Marca de verificare se aplică pe ceara sau plumbul de fixare a plăcuţei pentru marcare;

---

[1]) Datorită formei şi dimensiunilor mari, în unele lucrări sînt incluse în categoria basculelor semiautomate.

[2]) Titlul $= 9000 \frac{g}{l}$, unde g este greutatea unui fir şi l lungimea lui în metri.

[3]) Număr metric: raportul dintre lungimea firului în metri şi greutatea lui în grame $\left(N = \frac{l}{g}\right)$.

Scanned with OKEN Scanner

— *balanțe semiautomate înregistratoare*: balanțe semiautomate de diferite tipuri și variante prevăzute și cu dispozitiv de înregistrare, în afară de elementele comune oricărei balanțe semiautomate. Verificările sînt identice ca la celelalte balanțe semiautomate cu care se aseamănă, verificîndu-se în plus și înregistrarea corectă a sarcinilor ce se cîntăresc (greutăți etalon).

Bascule semiautomate: aparate de cîntărit la care un sistem de pîrghii transmite dispozitivului de cîntărire cu cap automat, o forță redusă care dă naștere unui cuplu care rotește un dispozitiv de înclinare pînă cînd cuplul contrar creat astfel, stabilește echilibrul. Dispozitivul de înclinare este angrenat în general cu un ac indicator care se rotește în fața unui cadran cu scara gradată divizată în unități de masă. Pot fi: transportabile sau stabile, cu indicație directă sau prin proiecție, cu un singur cadran sau cu două cadrane, suspendate etc;

— *bascule semiautomate transportabile*, pot avea sarcina maximă: 100 kg; 200 kg; 500 kg; 1000 kg; 2000 kg. Sarcini minime: 1/20 din valoarea corespunzătoare ultimului reper al cadranului, la care ajunge acul indicator după prima lui rotație completă. Sînt realizate unele tipuri de variante la basculele la care valoarea corespunzătoare ultimului reper este egală cu sarcina maximă a basculei; pe arcul de cerc cuprins între reperul zero și reperul corespunzător sarcinei minime, nu se mai trasează repere. Valoarea unei diviziuni este egală cu cel mult 1/1000 din limita superioară a scării gradate cînd bascula este neîncărcată și trebuie să fie $1 \cdot 10^n$; $2 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$ kg, în care n este un număr întreg, pozitiv, negativ sau zero. Erorile tolerate: la gol, $\pm$ 0,25 din valoarea diviziunii; între sarcina minimă și 50% din sarcina maximă $\pm$ 0,5‰ din sarcina maximă; între 50% și 100% din sarcina maximă $\pm$ 1‰ din sarcina cu care este încărcat aparatul. La o încărcare sau descărcare a basculei cu greutăți etalon egale cu 0,25 din valoarea unei diviziuni, acul indicator al basculei trebuie să se deplaseze perceptibil cu ochiul liber. Verificarea se face la gol, la 10% din sarcina maximă și la cel puțin patru repere: 1/4; 1/2; 3/4 din limita superioară și la ultimul reper. Operațiile se fac principial la fel ca la basculele obișnuite, cu observația că la cele cu indicație prin proiecție, se citește deplasarea scării gradate proiectate față de indicele fix de la ecran. Verificările se fac inițial și anual, în conformitate cu prevederile din instrucțiunile 109-58. Marca de verificare se aplică pe cepul de plumb de la suportul carcasei (la verificare la fabrica producătoare) și pe plumbul de la carcasă (la verificările la locul de folosire);

— *bascule semiautomate suspendate* utilizate în aceleași scopuri ca basculele romane suspendate, au o carcasă în care se găsesc elementele componente ale unei bascule semiautomate, un cîrlig de suspensie, un cîrlig

Scanned with OKEN Scanner

pentru sarcină, iar pentru indicații un indicator și o scară gradată trasată pe un cadran circular. Sarcinile maxime și minime, erorile tolerate și modul de verificare, sînt identice ca la cele transportabile, aplicîndu-se aceleași instrucțiuni (109-58);

— *bascule semiautomate stabile*, la care corpul de cîntărit se așază și se descarcă manual, cîntărirea făcîndu-se automat. Sînt similare cu basculele romane stabile, de care se deosebesc prin înlocuirea dispozitivului de cîntărire cu romană, printr-un cap automat de cîntărire și sînt particularizate constructiv în funcție de destinație (pentru făină, pentru criblură, pentru ulei, inclusiv pentru vagoane și vagonete). Verificările sînt similare cu ale celor romane cu care se aseamănă, cu deosebirea că ele se verifică în comparație cu indicațiile date de capul automat pentru diferitele sarcini realizate cu greutăți etalon.

c. Aparate de cîntărit automate, bazate pe principiul pîrghiilor[1])

Balanțe automate: aparate realizate în diferite tipuri și variante, particularizate constructiv în funcție de destinație. Se pot clasifica: după modul de descărcare (cu cupă basculantă, cu fundul cupei rabatabil, cu cupă rotativă), după felul produsului (pentru produse pulverulente, pentru produse în bucăți mici, pentru produse în bucăți mari), după modul de instalare, (stabile, transportabile), după felul de alimentare (cu o singură clapetă de închidere-deschidere, cu două clapete). Sînt prevăzute în majoritatea cazurilor și cu dispozitive de numărare sau integrare. Distingem:

— *balanțe automate cu cupă basculantă* (tip Chronos) *pentru produse în bucăți mici* (fig. 176) utilizate la cîntărirea cantităților constante de materiale cu granulație mică și ușor curgătoare (în special cereale sau materiale similare). Au ca părți principale: postamentul *1* care susține toate celelalte elemente, dispozitivul de alimentare *2* format dintr-o pîlnie cu două clapete, care primește materialul de cîntărit dintr-un buncăr de unde este dirijat în cupa basculantă, balanța propriu-zisă formată dintr-o pîrghie dublă cu brațe egale *3* care are la un capăt o cupă basculantă suspendată 4 și la celălalt talerul pentru greutăți *5*, dispozitivul de compensare format din pîrghia de compensare *6* și greutatea de avans *7*, dispozitivul de descărcare *8* format dintr-un sistem de pîrghii articulate și care provoacă închiderea pîlniei și eliberarea cupei pentru golire, dis-

---

[1]) În această categorie sînt cuprinse toate aparatele de cîntărit bazate pe principiul pîrghiilor, la care toate cele trei operații ale cîntăririi (așezarea sarcinii, cîntărirea și descărcarea), se fac automat. Sînt utilizate în special în cazurile în care se execută cîntăriri rapide de cantități mari (silozuri, mori, fabrici de zahăr etc). Sînt prezentate cîteva tipuri caracteristice variantele urmînd aceleași reguli de verificare ca a celor descrise.

Scanned with OKEN Scanner

pozitivul de numărare *9* care înregistrează cîntăririle efectuate. În plus unele au o balanţă auxiliară pentru cîntărirea resturilor de materiale rămase în cupă. Sarcini maxime: 5 kg; 20 kg; 100 kg; 200 kg; 700 kg. Sarcini minime: 1/20 din sarcinile maxime. Erori tolerate: 1‰ pentru media a 10 cîntăriri la sarcina maximă. Verificările se fac iniţial şi anual în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 135-59;

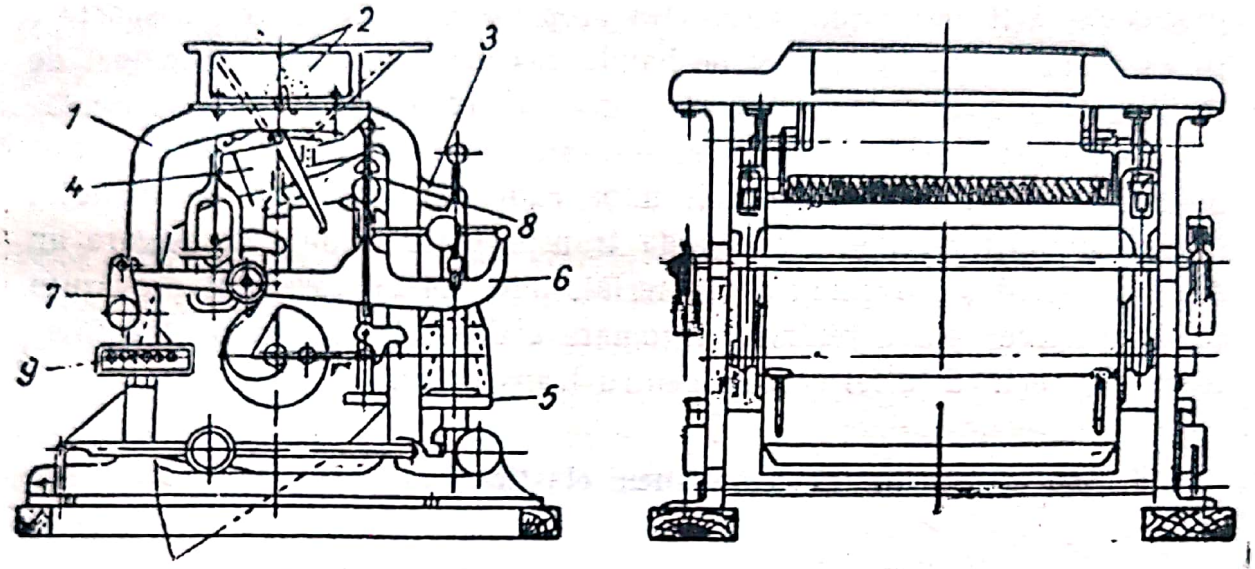


Fig. 176. Balanţă automată cu cupă basculantă pentru produse în bucăţi mici.

— b a l a n ţ e a u t o m a t e c u c u p ă b a s c u l a n t ă p e n t r u p r o d u s e î n b u c ă ţ i m a r i, care au acelaşi principiu de funcţionare ca al celor pentru bucăţi mici, însă nu sînt prevăzute cu dispozitiv de compensare şi balanţă auxiliară, însă au dispozitivul de însumare prevăzut cu două mecanisme, primul pentru însumarea maselor corespunzătoare greutăţilor de pe platan după fiecare răsturnare şi celălalt pentru însumarea cantităţilor în plus peste sarcina de utilizare pentru care s-a reglat. Sarcinile maxime, minime, erorile tolerate şi verificările sînt similare ca la cele pentru bucăţi mici, aplicîndu-se aceleaşi instrucţiuni (135-59);

— *balanţe automate cu fundul cupei rabatabil*, folosite în general pentru cîntăriri de produse în bucăţi mici; sînt în principiu construite din aceleaşi părţi componente ca cele cu cupă basculantă, avînd aceleaşi sarcini maxime, minime şi erori tolerate. Se verifică iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 135-59.

Bascule automate: se folosesc în industrie pentru cîntărirea continuă a materialelor transportate pe bandă; prevăzute cu dispozitive de acţionare şi reglare automată, se folosesc şi în diferite sisteme de automatizare. Distingem:

— *bascule automate pentru transportor*, a căror funcţionare este ciclică şi anume cîntăresc sarcinile de pe porţiuni de bandă egală cu „lun-

Scanned with OKEN Scanner

gimea teoretică a benzii" care este egală cu porţiunea de bandă care apasă pe cadrul basculei, banda deplasîndu-se cu aceiaşi viteză (Un ciclu de cîntărire se încheie în timpul în care trece pe cîntar o porţiune de bandă egală cu lungimea teoretică a benzii). Sînt prevăzute cu cap automat de cîntărire, dispozitiv de indicare, dispozitiv de însumare şi înregistrare şi dispozitiv pentru transmiterea indicaţiilor la distanţă. Verificările se fac atît ca basculă automată propriu-zisă, cît şi ca transportor; în care caz se lasă să treacă pe bandă o cantitate pentru un număr de 10 cicluri, care se cîntăreşte şi se compară cu rezultatele date de basculă.

— *bascule automate dozatoare*, similare în general celor pentru transportor, sînt destinate asigurării unor cantităţi constante de material într-un anumit ritm şi deci banda transportoare trebuie să asigure un debit constant şi continuu de material, fapt pentru care sînt prevăzute cu dispozitive pentru reglarea automată a debitului pe banda transportoare. Se verifică la fel ca cele pentru transportor.

d. Aparate de cîntărit, cu element elastic

Aparate de cîntărit cu arc, interzise în cîntăririle din comerţ, sînt folosite numai în industrie în anumite procese tehnologice (încărcături pentru cubilouri etc.) unde nu se cere o precizie mare de cîntărire. Sînt de construcţie simplă şi cu gabarit redus, putînd funcţiona, fie prin tracţiune, fie prin comprimarea unui arc tarat, gradarea lor făcîndu-se pentru un anumit loc de folosire. S-au realizat şi cîntare pentru persoane cu sarcina maximă 130 kg şi sarcina minimă 10 kg, cu valoarea unei diviziuni de 1 kg, eroarea tolerată fiind de 1/2 din valoarea unei diviziuni. Se verifică cu greutăţi etalon de verificare de ordinul III numai iniţial (fabricaţie, import şi după reparaţii).

Balanţe de torsiune, folosite în special în industrie pentru cîntărit sarcini mici (în industria textilă pentru cîntărit probe mici de fibre, fire sau ţesături, în industria lămpilor electrice pentru cîntărirea filamentelor etc.). Unele tipuri sînt prevăzute cu microscop de vizare cu ajutorul căruia se poate aprecia 1/10 dintr-o diviziune a scării gradate. Unele tipuri sînt bazate pe deformaţia unor piese sau a unor arcuri spirale (în care caz sînt denumite — impropriu balanţe de torsiune) altele sînt bazate pe torsiunea pe care o capătă un fir sau o bandă de torsiune sub acţiunea sarcinii în funcţie de valorile sarcinii maxime şi preciziei necesare; se pot verifica cu greutăţi etalon de verificare de ordinul II sau chiar ordinul I. Sarcinile maxime, minime, valorile diviziunilor şi erorile tolerate nu au fost încă normalizate şi nu au fost emise pînă în prezent instrucţiuni de verificare, fapt pentru care la verificări se ţine seama de datele din prospecte.

Scanned with OKEN Scanner

D. *METODE DE CINTĂRIRE PENTRU ELIMINAREA UNOR ERORI SISTEMATICE*

Metoda simplei cîntăriri constă în echilibrarea sarcinii cu greutăţi cu valoarea cunoscută. Pentru cîntăriri mai precise (în laboratoare tehnice) poziţia de echilibru se determină prin citirea cîtorva (3 sau 4) elongaţii ale acului indicator şi prin calcul, fiind necesară şi stabilirea sensibilităţii în cazul în care se consideră 3 elongaţii, e_1, e_2, şi e_3; poziţia de echilibru L se calculează cu relaţia:

$$L = \frac{e_1 + 2e_2 + e_3}{4}.$$

Dacă scara gradată este unilaterală, elongaţiile [1]) sînt toate pozitive. Dacă este bilaterală (cu zero la mijloc) ele sînt pozitive şi negative, cele pozitive fiind considerate în dreapta reperului zero şi cele negative în stînga lui. Valorile sarcinii cîntărite se stabilesc faţă de poziţia acului indicator considerat că s-a oprit în poziţia L. Dacă este necesară o precizie şi mai ridicată, se citesc 4 elongaţii şi valoarea L se stabileşte cu relaţia:

$$L = \frac{e_1 + 3e_2 + 3e_3 + e_4}{8}.$$

Pentru aflarea sensibilităţii practice se adaugă pe unul din talere o suprasarcină s foarte mică, balanţa ajungînd în poziţia L_2 (calculată ca mai sus). Sensibilitatea practică S_p este dată de relaţia:

$$S_p = \frac{s}{L_2 - L_1}.$$

Valoarea masei cîntărite m_c, ţinînd seama de greutăţile m_p cu care s-a echilibrat şi de sensibilitatea practică S_p este dată de relaţia:

$$m_c = m_p \pm \frac{s}{L_2 - L_1}(L_1 - L_0),$$

în care L_0 este poziţia de echilibru a balanţei neîncărcate, L_1 poziţia stabilită pentru încărcarea cu sarcina de cîntărit m_c şi cu greutăţile m_p, s suprasarcina şi L_2 poziţia pentru încărcarea şi cu suprasarcina.

Metode de dublă cîntărire: metode pentru eliminarea erorilor datorate inegalităţii braţelor:

— *metoda Borda* (metoda substituţiei), care constă în înlocuirea (substituirea) sarcinii cîntărite, cu o altă sarcină echivalentă. Se aşază

---

[1]) Deplasarea acului indicator faţă de reperul zero al scării gradate.

Scanned with OKEN Scanner

pe unul din talere sarcina de cîntărit X şi se echilibrează cu o tară T (exemplu: alice de plumb). În acest caz, $X \cdot a = T \cdot b$ (unde a şi b sînt lungimile braţelor pîrghiei) din care rezultă că $X = T \frac{b}{a}$. Se ia sarcina X de pe taler şi în locul ei se aşază greutăţi marcate, pînă cînd valoarea lor M aduce din nou balanţa în echilibru. În acest caz, $M = T \frac{b}{a}$, de unde rezultă că $M = X$, întrucît sînt egale cu aceeaşi cantitate $T \frac{b}{a}$;

— *metoda Gauss* (metoda transpoziţiei), care constă în echilibrarea sarcinei X cu greutăţi M puse pe celălalt taler, obţinîndu-se deci $X \cdot a = M \cdot b$, de unde rezultă că $X = M \frac{b}{a}$. Se descarcă balanţa şi se aşază sarcina X pe celălalt taler şi se echilibrează, greutăţile de echilibrare fiind M^1. În acest caz $M^1 \cdot a = X \cdot b$, de unde rezultă că $M^1 = X \frac{b}{a}$. Împărţind valoarea X la M^1 obţinem

$$\frac{X}{M^1} = \frac{M \frac{b}{a}}{X \frac{b}{a}},$$

de unde

$X^2 = MM^1$ şi deci $X = \sqrt{MM^1}$ care cu aproximaţie poate fi considerată $X = \frac{M + M^1}{2}$. În cazuri de determinări de înaltă precizie, se consideră numai relaţia $X = \sqrt{MM^1}$ şi se calculează valoarea lui X;

— *metoda Mendeleev* (metoda sarcinii constante) este bazată pe metoda Borda, însă cîntărirea se face totdeauna la aceiaşi valoare a sarcinii, pentru a se evita nu numai erorile de neegalitate a braţelor, ci şi cele de sensibilitate a balanţei. Se aşază pe un taler al balanţei greutăţi cunoscute, în valoare egală cu sarcina maximă ce se poate cîntări cu balanţa şi pe celălalt taler se aşază material de tarare (alice de plumb) pînă la obţinerea echilibrului. Se aşează în talerul cu greutăţi cunoscute corpul de cîntărit X şi se scot greutăţi cunoscute pînă se obţine din nou echilibrul. Valoarea greutăţilor scoase reprezintă valoarea X a sarcinii cîntărite.

Scanned with OKEN Scanner

Metoda reducerii la vid; se foloseşte pentru eliminarea erorilor provenite din cauza cîntăririlor în aer, în cazul cîntăririlor de mare precizie (comparări de etaloane). Constă în introducerea corecţiilor pentru forţele arhimediene. Dacă X este greutatea corpului de cîntărit, M suma greutăţilor cunoscute aşezate pe taler, ρ_1, densitatea corpului de cîntărit, ρ_2 densitatea materialului din care sînt confecţionate greutăţile cunoscute şi ρ_3 densitatea aerului, atunci

$$X - \frac{X}{\rho_1} \cdot \rho_3 = M - \frac{M}{\rho_2} \cdot \rho_3$$

sau

$$X\left(1 - \frac{\rho_3}{\rho_1}\right) = M\left(1 - \frac{\rho_3}{\rho_2}\right)$$

de unde

$$X = M \frac{1 - \frac{\rho_3}{\rho_2}}{1 - \frac{\rho_3}{\rho_1}}.$$

Prin aplicarea relaţiei de mai sus, se obţine masa corpului în vid. În determinările de mare precizie (etalonări) cînd nu se cunoaşte densitatea materialelor din care sînt confecţionate greutăţile, este necesar să se cunoască volumul acestora care se află prin metoda hidrostatică (a determinării greutăţii în aer şi apoi în apă), respectiv determinîndu-se greutatea apei dezlocuite. Cunoscînd volumul şi masa, se află densitatea $\left(\rho = \frac{m}{v}\right)$.

E. *TRANSMITEREA UNITĂŢII DE MASĂ*

Transmiterea unităţii de masă începînd de la etalonul naţional (kilogramul Nr. 2, prototipul naţional) pînă la măsurile şi aparatele de măsurat de lucru, inclusiv metodele folosite, sînt reprezentate în schema din fig. 177.

Notă. În tabelele 139 şi 140 este indicată clasificarea aparatelor de cîntărit, în tabela 141 Instrucţiunile de verificare a mijloacelor de măsurare a maselor apărute pînă în prezent. În tabela 142 sînt indicate mijloacele de măsurare a maselor cuprinse în reţeaua verificărilor de stat şi termenele de verificare obligatorie şi în tabela 143 sînt indicate standardele de stat (STAS) din domeniul maselor.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 140

Clasificarea aparatelor de cîntărit

a. Balanţe

- **Balanţe**
  - **manuale**
    - **simple**
      - cu braţe egale
        - -etalon
        - -de lucru
          - analitice
          - tehnice clasa de fabricaţie 1
          - tehnice clasa de fabricaţie 2
            - cu coloană suspendate
              - cu cursor
              - fără cursor
          - tehnice clasa de fabricaţie 3
            - cu coloană suspendate
              - cu cursor
              - fără cursor
    - **compuse**
      - cu braţe neegale
      - cu dublu raport
      - tehnice
      - obişnuite
    - **romane**
      - obişnuite
      - cu dublu raport
  - **semiautomate**
    - fără greutăţi
    - cu greutăţi
      - cu aşezare manuală
      - cu aşezare mecanică
    - înregistratoare
  - **automate**
    - cu cupa basculantă
    - cu cupă rotativă
    - cu fundul cupei rabatabil

Scanned with OKEN Scanner

Clasificarea aparatelor de cîntărit

b. *Bascule*

- **Bascule**
  - **manuale**
    - **zecimale**
      - **transportabile**
        - obişnuite
        - suspendate
        - cu pîlnie
        - pod
          - pentru vehicule rutiere
          - pentru vagonete
          - pentru vagoane
      - **romane**
        - **stabile**
          - obişnuite
          - suspendate
          - cu pîlnie
          - pod
            - pentru vehicule rutiere
            - pentru vagonete
            - pentru vagoane
  - **semiautomate**
    - **transportabile**
      - obişnuite
      - cu cîrlig
      - cu pîlnie
        - cu pîlnie
        - cu cale aeriană
    - **stabile**
      - pod
        - pentru vehicule rutiere
        - pentru vagonete
        - pentru vagoane
          - cu cale întreruptă
          - cu cale continuă
      - cu pîlnie
        - cu pîlnie
        - cu cale aeriană

Scanned with OKEN Scanner

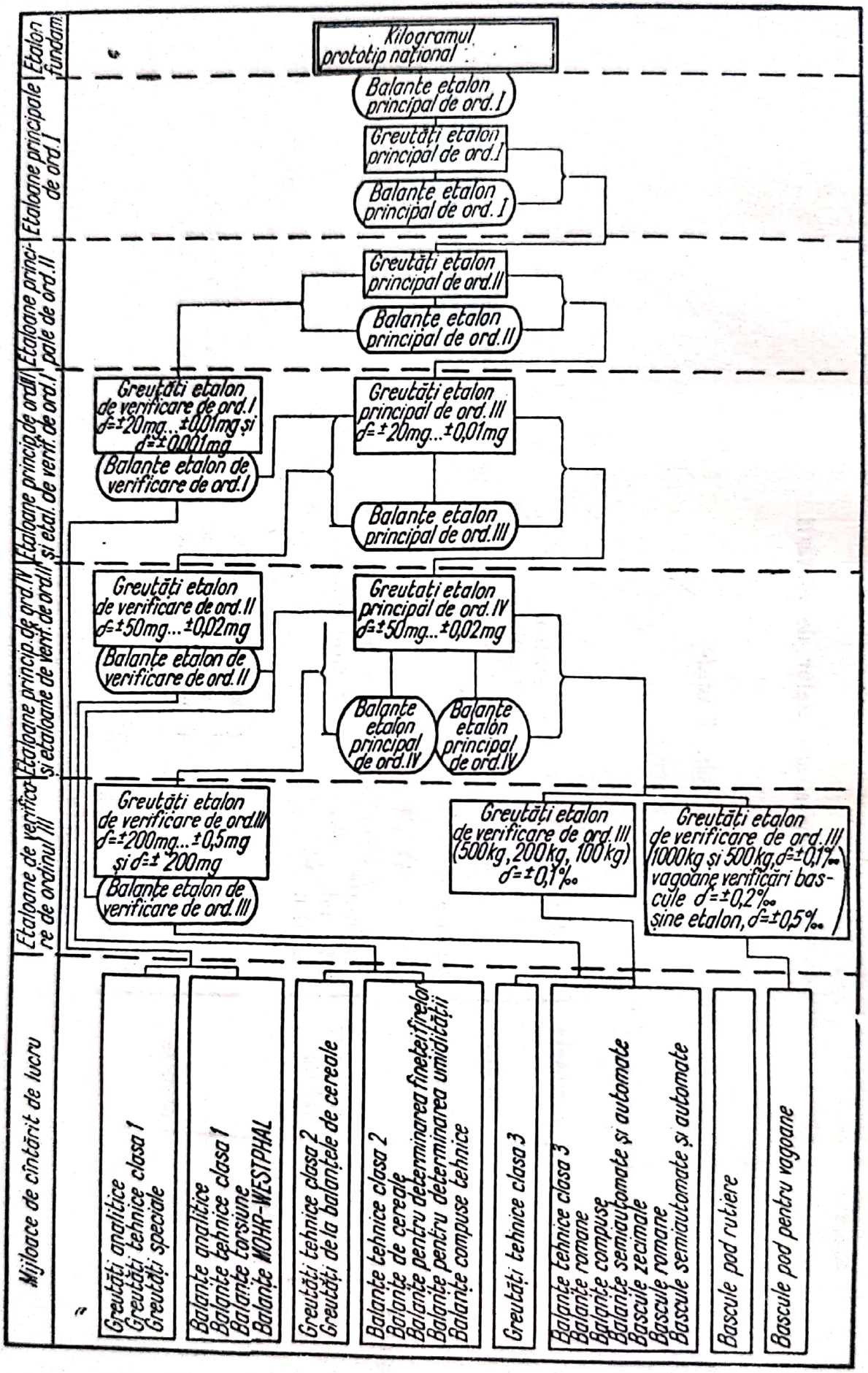


Fig. 177. Schema de principiu de transmitere a unității de masă.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 141

Instrucţiuni pentru verificarea mijloacelor de măsurare a maselor apărute pînă la data de 01.01.1966

Nr. crt.	Titlul, numărul şi anul ultimei apariţii	Anul primei apariţii
1	Instrucţiuni 9–58 pentru verificarea balanţelor compuse obişnuite	1953
2	Instrucţiuni 35–58 pentru verificarea balanţelor analitice şi tehnice clasa 1	1953
3	Instrucţiuni 42–58 pentru verificarea basculelor-pod pentru vehicule rutiere	1953
4	Instrucţiuni 45–58 pentru verificarea balanţelor cerealiere	1954
5	Instrucţiuni 54–58 pentru verificarea balanţelor tehnice clasa 2 şi 3	1954
6	Instrucţiuni 63–58 pentru verificarea greutăţilor de lucru	1954
7	Instrucţiuni 66–58 pentru verificarea basculelor zecimale	1954
8	Instrucţiuni 67–58 pentru stabilirea greutăţii hectolitrice (tabele)	1955
9	Instrucţiuni 77–58 pentru verificarea balanţelor pentru măsurarea fineţei firelor	1955
10	Instrucţiuni 81–58 pentru verificarea balanţelor semiautomate cu cadran	1955
11	Instrucţiuni 90–58 pentru verificarea basculelor transportabile	1956
12	Instrucţiuni 94–58 pentru verificarea balanţelor semiautomate de însăcuit ciment	1956
13	Instrucţiuni 109–58 pentru verificarea dispozitivelor de cîntărire cu cap automat	1957
14	Instrucţiuni 114–63 pentru verificarea balanţelor hidrostatice Mohr-Westphal	1959
15	Instrucţiuni 135–59 pentru verificarea balanţelor automate	1959
16	Instrucţiuni 156–61 pentru verificarea greutăţilor-etalon de ordinul 2 şi 3	1961
17	Instrucţiuni 173–62 pentru verificarea basculelor romane pod pentru vagoane	1962

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 142

Mijloace de măsurare a maselor (greutăți) cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricație, reparație ori import (F.R.I.)	Observații
1	Greutăți etalon de verificare de ordinul I	2	O.S.M.
2	Greutăți etalon de verificare de ordinul II, grame și miligrame	1	O.S.M.
3	Greutăți etalon de verificare de ordinul II, pînă la 10 kg inclusiv	1	O.S.M.
4	Greutăți etalon de verificare peste 10 kg	1	O.S.M.
5	Greutăți etalon de verificare de ordinul III inclusiv greutăți pentru balanțe automate, pînă la 2 kg inclusiv	1	O.S.M.
6	Greutăți etalon de verificare de ordinul III, inclusiv greutăți pentru balanțe automate peste 2 kg, inclusiv și șine etalon	1	O.S.M.
7	Vagon etalon de 30 t*)	1	O.S.M.
8	Vagon etalon de 60 t*)	1	O.S.M.
9	Greutăți analitice și tehnice de clasa 1	1	—
10	Greutăți tehnice clasa 2	1	O.S.M.
11	Greutăți tehnice clasa 3, pînă la 2 kg inclusiv	1	O.S.M.
12	Greutăți tehnice clasa 3, peste 2 kg	1	O.S.M
13	Balanțe etalon *)	1	O.S.M.
14	Balanțe analitice, tehnice clasa 1 și de torsiune *)	1	—
15	Balanțe microanalitice și de probă *)	1	—
16	Balanțe hidrostatice (Mohr-Westphal, pentru amidon etc.)	1	—
17	Balanțe tehnice clasa 2, pînă la 100 g inclusiv	1	O.S.M.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 142 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricație, reparație ori import (F.R.I.)	Observații
18	Balanțe tehnice clasa 2, peste 100 g	1	O.S.M.
19	Balanțe tehnice clasa 3	1	O.S.M.
20	Dispozitiv pentru distribuirea greutăților pe talerul și pîrghiile balanțelor	1	O.S.M.
21	Balanțe romane	1	O.S.M.
22	Balanțe pentru noroi și foraj	1	—
23	Balanțe compuse	1	O.S.M.
24	Balanțe semiautomate cu cadran*)	1	O.S.M.
25	Balanțe automate pînă la 25 kg inclusiv*)	1	O.S.M.
26	Balanțe automate pînă la 200 kg inclusiv*)	1	O.S.M.
27	Balanțe automate pînă la 500 kg inclusiv*)	1	O.S.M.
28	Balanțe automate peste 500 kg*)	1	O.S.M.
29	Bascule zecimale și romane transportabile pînă la 500 kg inclusiv	1	O.S.M.
30	Bascule zecimale și romane transportabile pînă la 1 000 kg inclusiv	1	O.S.M.
31	Bascule zecimale și romane transportabile peste 1000 kg*)	1	O.S.M.
32	Bascule pod etalon*)	1	O.S.M.
33	Bascule romane și semiautomate pod, pînă la 5 000 kg inclusiv*)	1	O.S.M.
34	Bascule romane și semiautomate pod pînă la 10 000 kg inclusiv*)	1	O.S.M.
35	Bascule romane și semiautomate pod pînă la 40 000 kg inclusiv*)	1	O.S.M.
36	Bascule romane și semiautomate pod pînă la 100 000 kg inclusiv*)	1	O.S.M.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 142 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import (F.R.I.)	Observaţii
37	Bascule romane şi semiautomate pod, peste 100 000 kg*)	1	O.S.M.
38	Bascule automate (de transportor, dozatoare etc.) pînă la 100 kg inclusiv*)	1	O.S.M.
39	Bascule automate (de transportor, dozatoare etc.) pînă la 300 kg inclusiv*)	1	O.S.M.
40	Bascule automate (de transportor, dozatoare etc.) peste 300 kg*)	1	O.S.M.
41	Balanţe etalon pentru cereale (exclusiv greutăţile)	1	O.S.M.
42	Balanţe pentru cereale (exclusiv greutăţile)	1	O.S.M.
43	Aparate pentru cîntărit şi numărat piese mici	1	—
44	Balanţe pentru determinarea conţinutului de apă din grăsimi	1	—
45	Balanţă pentru determinarea fineţii firelor şi a masei hîrtiei şi cartonului pe m^2	1	—
46	Balanţe pentru determinarea umidităţii firelor*)	1	—
47	Balanţe pentru determinarea umidităţii, pentru materiale diferite	1	—
48	Bascule pentru amestecuri, cu mai multe pîrghii gradate, pentru fiecare pîrghie gradată	1	—
49	Cîntare cu arc pentru persoane	F.R.I.	—

Notă: Mijloacele de măsurare notate cu semnul *) se verifică la „unităţile" posesoare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 143

Standarde în domeniul maselor

STAS 3255–60	Bascule. Dimensiunile platformelor.
STAS 3307–52	Măsuri de masă. Greutăţi din fontă.
STAS 3717–55	Aparate de cîntărit. Balanţă compusă obişnuită.
STAS 3960–53	Aparate de cîntărit. Clasificare şi terminologie.
STAS 4248–54	Greutăţi tehnice cilindrice din oţel, clasa de fabricaţie 2 şi 3.
STAS 4564–54	Basculă semiautomată obişnuită de 500 kg cu platforma 1 000 × 1 000 mm.
STAS 4612–54	Greutăţi tip tehnice cilindrice din fontă, clasa de fabricaţie 3.
STAS 5306–56	Cadrane pentru bascule semiautomate obişnuite de 500 şi 1 000 kg.

2. FORŢA. DURITATEA

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Forţa [1]) ($f;F$): mărime vectorială care caracterizează acţiunea uneia sau a mai multor sisteme fizice asupra unui corp, prin schimbarea stării de mişcare a acestuia faţă de sistemele de referinţă internaţionale. Mărimea unei forţe F este egală cu produsul dintre masa m a corpului şi acceleraţia a imprimată de forţă ($F = m \cdot a$). În sistemul internaţional (SI) şi în sistemele LMT, este mărime derivată, dimensiuni $[F] = LMT^{-2}$. În sistemul MKfS este mărime fundamentală, simbol F.

Greutate (G): forţa care ar imprima centrului de greutate al unui corp situat în vid o acceleraţie egală cu acceleraţia locală a căderii libere [2]). Variază în funcţie de latitudine şi altitudine;

— *greutate normală* (G_n): mărime convenţională egală cu forţa care ar imprima centrului de greutate al unui corp situat în vid o acceleraţie normală [3]) ($g_n = 9{,}80665$ m/s^2).

---

[1]) Forţa depinde numai de mărimi de stare ale sistemelor şi corpurilor care interacţionează şi este egală cu variaţia în unitatea de timp a impulsului $\bar{p} = \bar{m}\bar{v}$ al corpului asupra căruia se exercită, adică: $\bar{F} = \frac{d(\bar{m}\bar{v})}{dt}$.

[2]) Acceleraţia cu care începe să cadă liber în vid corpul în locul respectiv.

[3]) Acceleraţia normală a căderii libere, reprezintă de fapt valoarea medie pe glob a acceleraţiei şi valoarea ce i-a fost stabilită (9,80665 m/s^2) este aproximativ egală cu valoarea acceleraţiei terestre corespunzătoare unei latitudini de 45° la nivelul mării.

Scanned with OKEN Scanner

Newton (N), unitate derivată în sistemul SI și MKS : forța care imprimă unei mase de 1 kg o accelerație de 1 m/s^2;

— *dină* (dyn), unitate derivată în sist. CGS: forța care imprimă unei mase de 1 g o accelerație de 1 cm/s^2. (1 N = 10^5 dyn); kilogramforță [1]) (kgf), unitate fundamentală în sist. MKfS: forță care ar imprima unității de masă situată în vid, o accelerație normală (respectiv este greutatea normală a unității de masă, kilogramul)

1 kgf = 1 kg · g_n = 9,80665N = 9,80665 · 10^5 dyn;

1 N = 0,101972 kgf.

— tonă forță = 1000 kgf = 9,80665 · 10^3N = 9,80665 · 10^8 dyn. Unitățile de forță engleze și americane sînt indicate (împreună cu echivalentul lor în celelalte sisteme) în tabela 144.

Tabela 144

Unități de forță engleze și americane

Denumirea	In SI	In MKfs	In CGS
libre-force (lbf) (funt forță englez)	4,44822 N	0,4535924 kgf	444822 dyn
ton-force long (tonă forță engleză)	9964,02 N	1016,047 kgf	996402000 dyn
ton-force short (tonă-forță marină egală cu 2000 lbf)	$2 \cdot 10^2 \cdot$ · 4,4822 N	$2 \cdot 10^2 \cdot$ · 0,453592 kgf	$2 \cdot 10^2 \cdot$ 444822 dyn

Duritate [2]): tensiunea limită existentă între două corpuri în contact pînă la care nu se produc deformații plastice (duritate fizică);

— mărime complexă și convențională, care caracterizează deformabilitatea materialului în anumite condiții bine precizate;

— mărime care măsoară rezistența opusă pătrunderii unui corp în altul;

— *scări de duritate*: șir de minerale astfel alese încît următorul să zgîrie pe cel precedent (apreciere cvasicantitativă). Cea mai cunoscută este scara lui Mohs (elaborată în 1822) folosită în examinările geologice (tabela 145);

---

[1]) În literatură se mai întîlnește și sub denumirea de kilopond, cu simbolul kp, cu multiplul megapond (Mp = 10^3 kilopond) și submultiplii pondul (p) și milipondul (mp = 10^{-3}p).

[2]) O definire univocă a durității nu a fost încă stabilită.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 145

Scara de duritate după Mohs

Grad de duritate	Mineral	Echivalent în unităţi Vickers (HV)	Corespunde la:
1	Talc	5	Zgîriere cu unghia
2	Gibs	20	Cobalt
3	Calcit	92	Cupru
4	Fluorină	110	Bronzuri
5	Apatită	237	Mangan
6	Feldspat	253	Sticlă
7	Cuarţ	308	Siliciu
8	Topaz	525	Oţel cementat
9	Corindon	—	Materiale abrazive 3)
9,5	Carborund	—	Materiale abrazive 2)
10	Diamant	—	Materiale abrazive 1)

— *duritate Brinell* (*HB*): duritate măsurată prin raportul dintre valoarea forţei cu care apasă pe suprafaţa materialului de încercat o bilă de diametru standardizat şi dintre aria *A* (exprimată în mm²) a urmei în formă de calotă imprimată de bilă pe suprafaţa materialului, potrivit relaţiei:

$$HB = \frac{2F}{\pi D^2 \left(1 - \sqrt{\frac{d^2}{D^2}}\right)},$$

în care

HB este simbolul durităţii Brinell; *F* — forţa aplicată, în kgf; *D* — diametrul bilei, în mm; *d* — diametrul urmei, în mm. În practică se folosesc bile cu diametrul: 2,5; 5; 10 mm şi sarcini corespunzătoare raportului de solicitare F/D^2 egal cu 5; 10; 30 kgf/mm². Încercările „normale" se fac cu sarcină de 3000 kgf, cu bilă de 10 mm diametru şi durată de aplicare a sarcinii 15 s pentru oţeluri şi 30 s pentru metale moi (plumb, cupru etc), piesa de încercat trebuind să aibe o grosime cel puţin de 10 ori mai mare decît adîncimea urmei (deformaţiile plastice ale bilei nu trebuie să depăşească 0,01%, condiţie pentru care determinările se restrîng pentru bile din oţel la valori sub 350 *HB* şi pentru bile din metal dur, sub 450 HB;

— *duritate Vickers* [1]) *(HV)*: duritate măsurată, prin raportul dintre forţa aplicată pe un penetrator de diamant şi suprafaţa piramidală a

[1]) Metodă preconizată de R. L. Smit şi G. E. Sandland în 1925; a fost denumită: metoda determinării durităţii cu piramidă de diamant. Denumirea de „duritate Vickers" provine de la firma constructoare a primelor aparate.

Scanned with OKEN Scanner

urmei lăsate în materialul examinat, potrivit relației:

$$HV = \frac{2\ F \sin 68^\circ}{d^2} = 1{,}8544\ \frac{F^2}{d^2}\ :$$

în care:

HV este simbolul durității Vickers; *F* — forța aplicată, în kgf; *d* — diagonala urmei, în mm; 68° — jumătatea unghiului diedru al fețelor piramidei drepte cu baza pătrată corespunzător unghiului format de tangentele la o sferă în dreptul punctelor de contact cu suprafața piesei de încercat. Forțele[1]) se recomandă să fie de 5; 10; 20; 30; 50 sau 100 kgf. (Pentru încercări curente se folosește 30 kgf). Pentru piese subțiri (a acoperișurilor galvanice, etc) sarcinile recomandate sînt: 1; 2; 3 și 5 kgf, iar la încercările de microduritate, sub 100 gf. Alegerea sarcinii trebuie să asigure menținerea dimensiunilor urmei sub 1/8 din grosimea materialului examinat, duratele de aplicare fiind aceleași ca la *HB*;

— *duritate Rockwell* (*HR*): duritate măsurată prin adîncimea urmei remanente lăsate de un penetrator de anumită formă și sub sarcini anumite care definesc scara metodei (tabela 146) operația executîndu-se în 3 faze: a) aplicarea unei sarcini inițiale de 10 kgf cînd penetratorul pătrunde pînă la o anumită poziție (poziția inițială); b) aplicarea unei suprasarcini, cînd penetratorul continuă pătrunderea; c) ridicarea suprasarcinii și rămînerea sub sarcina inițială și penetratorul rămînînd la o adîncime „*e*". Unitatea de duritate *HR*, convențional stabilită este egală cu 0,002 mm adîncime și duritatea se stabilește cu relația:

$$HR = E - e,$$

în care:

HR este duritatea Rockwell; *E* — o constantă necesară pentru a se putea obține sensul crescător al durităților pe măsură ce adîncimea urmei *e* se micșorează; *e* — adîncimea urmei exprimată direct în unități Rockwell ($1HR = 0{,}02$ mm). Dacă *e* se exprimă în mm, atunci relația este

$$HR = E - \frac{e}{0{,}002}.$$

Pentru duritatea Rockwell s-au stabilit mai multe scări (în țara noastră sînt folosite curent scările *C* și *B* — duritate *HRC* și respectiv, *HRB*). În scara *C*, sarcina este 150 kgf, iar penetratorul este cu con de diamant cu unghiul la vîrf 120° și rotunjit în formă de calotă cu raza de 0,2 mm; teoretic s-ar putea folosi pentru durități între 20 și 87 *HRC* (deoarece sub sarcina inițială trebuie să pătrundă în materialul de încercat numai porțiunea rotunjită iar sub sarcina mărită cu suprasarcina, să pătrundă și porțiunea conică a diamantului), practic scara este mai redusă, între 30 ... 67 *HRC* (echivalentă cu 225 ... 890 *HV*). În scara *B* penetrarea

[1]) Recomandate de STAS 492-58.

Scanned with OKEN Scanner

se face în limitele porțiunii rotunjite a conului, la o adîncime totală mai mică decît 0,0268 mm, echivalentă unei încercări Brinell cu o bilă de diamant de 0,2 mm și sarcină 150 kgf, urma încadrîndu-se între 0,2 *D* și 0,7*D* (unde *D* este diametrul bilei = 1,5875 mm) practic scara este 35 ... 100 *HRB* (echivalent 80 ... 230 *HV*). Pentru examinarea durității straturilor subțiri s-au propus și scări Super-Rockwell, cu sarcini reduse. Condițiile pentru stabilirea durității Rockwell și Super-Rockwell în scările mai des folosite (penetratorul, sarcina inițială și totală, valoarea diviziunii dispozitivului de măsurare a determinării urmei și a constantei *E*) sînt indicate în tabela 146;

Tabela 146

Condiții pentru stabilirea durității Rockwell și Super-Rockwell

Metodă	Simbol	Penetrator	Sarcină inițială kgf	Sarcină totală kgf	Diviziune mm	Constantă *E*
Rockwell	HRC HRD HRA	Con de diamant 120°; *r*=0,2 mm	10	150 100 60	0,002	100
	HRB HRF HRG	Bila 1/16″	10	100 60 150	0,002	130
	HRE HRH HRK	Bila 1/8″	10	100 60 150	0,002	130
	HRL HRM HRP	Bila 1/4″	10	60 100 150	0,002	130
	HR HS HV	Bila 1/2″	10	60 100 150	0,002	130
Super-Rockwell	15 N 30 N 45 N	Con de diamant 120°; *r*=0,2 mm	3	15 30 45	0,001	100
	15 T 30 T 45 T	Bila 1/16″	3	15 30 45	0,001	100

— *duritate dinamică — elastică:* duritate măsurată prin înălțimea sau unghiul de ricoșare a unui percutor de greutate și dimensiuni date, care cade perpendicular pe suprafața piesei de la o distanță dată. Se exprimă în unități convenționale cu simbolul *HS* dacă determinarea se face cu un percutor care cade și cu *HE*, dacă determinarea se face cu un percutor oscilant. Se utilizează numai la determinarea comparativă a durității pieselor din același material executate în serie. Convertirea durităților *HS* și *HE* în celelalte unități de duritate are numai caracter informativ, fiind dependentă de construcția aparatului și dimensiunile pieselor examinate. În tabela 147 este indicată echivalența unor durități.

Scanned with OKEN Scanner

Durități echivalente

Duritate Vickers $F=5$ kgf HV	Duritate Brinell $F=30$ kgf HB	Duritate Rockwell		Duritate sclero-scop Shore HS
		HRB	HRC	
1	2	3	4	5
100		56,4		11,5
120		69,4		14,9
140		78,4		18,3
160		85,4		21,6
180		90,8		24,9
200		95,0		28,1
220		98,2		3,11
240			21,2	34,0
260			24,6	36,9
280			27,6	39,7
300			30,3	42,5
320			32,7	45,1
340			34,9	47,7
360	359		37,0	50,2
380	376		38,9	52,7
400	392		40,7	55,2
420	408		42,4	57,6
440	423		44,0	59,9
460	430		45,6	62,1
480			47,0	64,2
500			48,3	66,3
520			49,7	68,1
540			51,0	70,0
560			52,2	71,7
580			53,3	73,2
600			54,4	74,7
620			55,5	76,2
640			56,5	77,7
660			57,5	79,1
680			58,5	80,6
700			59,5	82,0
720			60,4	83,4
740			61,2	84,7
760			62,0	86,1
780			62,8	87,4

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 147 (continuare)

1	2	3	4	5
800			63,6	88,7
820			64,3	89,9
840			65,0	91,0
860			65,7	92,1
880			66,3	93,1
900			66,9	94,1
920			67,5	95,1
940			68,0	96,0
960				
980				

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A FORȚEI*

Dinamometre: aparate de măsurat forța fie prin comparare cu greutăți fie prin măsurarea unor deformații sau unor modificări electrice sau de presiune care le capătă sub acțiunea forței de măsurat. Distingem:

— *dinamometre cu element elastic*, folosite atît la măsurarea forțelor, cît și la verificarea mașinilor de încercat materiale, la care elementul principal îl constituie elementul elastic de diferite forme și dimensiuni, a cărui deformație sub acțiunea forței este indicată de un dispozitiv (extensometru) mecanic, optic sau elastic, în baza unei tarări prealabile. În tabela 148 sînt indicate denumirile și formele pe care le au dinamometrele cu element elastic, felul deformației și tipul extensometrului sau al aparatului cu care se determină deformația, precum și felul utilizării. Pot fi de laborator și tehnice. În tabelele 149, 150 și 151 sînt indicate condițiile metrologice (clasele de precizie, valoarea unei diviziuni și erorile tolerate la justețe și fidelitate) pentru dinamometrele de laborator și tehnice.

Pentru fiecare dinamometru beneficiarii trebuie să posede un dosar care să conțină: documentația de fabricație cu schema de principiu, instrucțiunile de utilizare, schema de verificare pentru verificările interne și de stat, lista accesoriilor, buletinele de verificare eliberate de controlul intern departamental, procesele verbale ale diverselor reparații. Verificarea indicațiilor se face sau prin metoda încărcării cu greutăți etalon aplicate fie direct, fie printr-un sistem de pîrghii, sau prin metoda comparării cu un dinamometru etalon, la temperatura de 20 ± 1°C la cele de laborator și 20 ± 4°C la cele tehnice, contrariu se aplică corecția cu relația

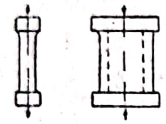
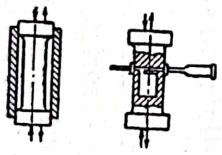
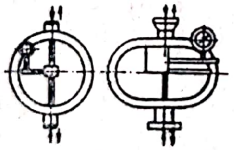
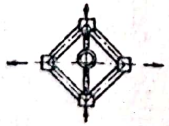
$$f_{20} = f_t[1 - k\ (t - 20)]$$

în care:
f_{20} este deformația la 20°C, f_t — deformația la care s-a făcut tararea, k — coeficientul de variație a modulului de elasticitate, care pentru oțel cu

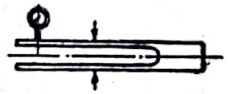
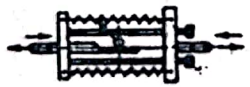
Scanned with OKEN Scanner

Tabela 148

Dinamometre cu element elastic

Elementul elastic		Măsurarea deformației		Utilizarea
Denumirea	Forma	Deformația	Extensometru	
Bară (plină sau goală)		alungire scurtare	optico-mecanic cu oglinzi microscop	tracțiune sau compresiune
Bară cu rezervor (exterior sau interior)		variația volumului	tub capilar cu dispozitiv micrometric	tracțiune și compresiune
Inel cu pereți groși (circular, eliptic)		săgeata în axa de solicitare	comparator cu cadran optico-mecanic cu oglinzi microscop	tracțiune sau compresiune
Rombic (biaxial)		săgeata din axa de solicitare la compresiune	comparator cu cadran optico-mecanic cu oglinzi microscop	Tracțiune și compresiune
Poligon cu pereți groși		săgeata perpendiculară pe axa de solicitare	comparator cu cadran	tracțiune

Scanned with OKEN Scanner

Poligon cu pereți groși		săgeata perpendiculară pe axa de solicitare	comparator cu cadran	tracțiune
Cu lame subțiri (parabolice)		săgeata perpendiculară pe axa de solicitare	comparator cu cadran	tracțiune
Furcă		săgeata paralelă cu axa de solicitare	comparator cu cadran	compresiune
Resort elicoidal (tehnic)		săgeata paralelă cu axa de solicitare	comparator cu cadran	tracțiune sau compresiune
Cu foi de arc (tehnic)		săgeata în axa de solicitare	comparator cu cadran	tracțiune

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 149

Condiții metrologice pentru dinamometrele cu element elastic

Clasa de precizie	Valoarea unei diviziuni, cel mult:	Erori tolerate, % din forța de măsurat	
		justețe	fidelitate
A. *Dinamometre de laborator*			
0,1	0,1	± 0,1	0,1
0,2	0,2	± 0,2	0,2
0,3	0,3	± 0,3	0,3
0,4	0,4	± 0,4	0,4
0,6	0,6	± 0,6	0,6
B. *Dinamometre tehnice*			
1	1	± 1	1
2	2	± 2	2
3	3	± 3	3

Tabela 150

Valoarea diviziunii dispozitivului de indicare la dinamometrele de laborator cu element elastic

Clasa de precizie	Valoarea unei diviziuni, în % din limita superioară a domeniului de măsurare, cel mult	Erori tolerate în % din forța de măsurat	
		justețe	fidelitate
0,1	0,1	± 0,1	0,1
0,2	0,2	± 0,2	0,2
0,3	0,3	± 0,3	0,3
0,4	0,4	± 0,4	0,4
0,6	0,6	± 0,6	0,6

Tabela 151

Valoarea diviziunii dispozitivului de indicare și erorile tolerate la dinamometrele tehnice cu element elastic

Clasa de precizie a dinamometrului	Valoarea unei diviziuni în procente din limita superioară a domeniului de măsurare, cel mult	Erori tolerate în % din limita superioară a domeniului de măsurare	
		justețe	fidelitate
1	1	± 1	1
2	1	± 2	2
3	2	± 3	3

Scanned with OKEN Scanner

elemente de aliere sub 7% se consideră a fi $k = 0{,}00027$. În cazul încercărilor prin încărcare directă, treptele de încărcare nu trebuie să fie mai mari de 10% din limita superioară a domeniului de măsurare, viteza de aşezare fiind de cel mult 1 mm/s. Se fac în sens crescător pentru fiecare reper pînă la limita superioară a scării, apoi în sens descrescător. Se repetă încă de două ori calculîndu-se media pentru fiecare reper, atît în sens crescător cît şi în sens descrescător, trebuind să se încadreze în limitele erorilor tolerate. În cazul verificării cu dinamometru etalon, atît acesta, cît şi cel de verificat trebuie ţinute cel puţin 4 h în încăperea în care se face verificarea pentru a lua temperatura mediului ambiant. Sarcina maximă a dinamometrului—etalon nu trebuie să depăşească cu mai mult de 50% limita superioară a domeniului de măsurare al celui de verificat. Pentru verificarea fidelităţii se fac pentru fiecare valoare a forţei de încărcare cîte 5 determinări separat pentru sens crescător şi descrescător şi se aplică relaţia:

$$e_f\ \% = \frac{C_{vi\ max} - C_{vi\ min}}{C_{v\ md}} \cdot 100$$

în care:

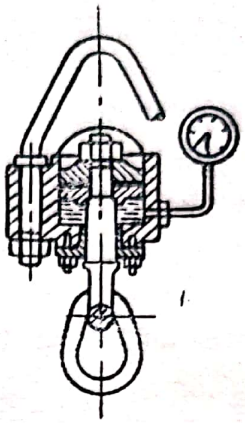
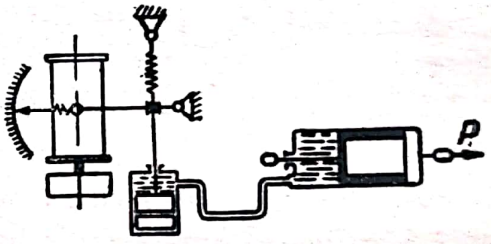
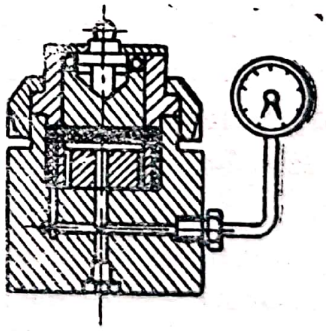
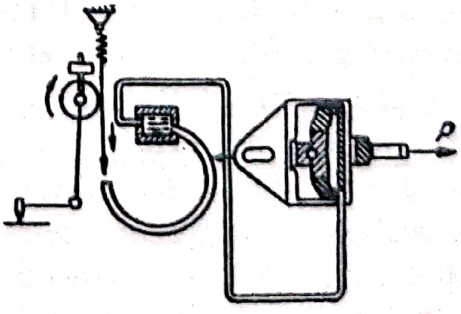
$C_{vi\ max}$ şi $C_{vi\ min}$ sînt valorile maximă şi respectiv minimă a indicaţiei dinamometrului verificat la cele 5 determinări făcute pentru forţa de încărcare respectivă F_i, iar $C_{v\ md}$, valoarea medie a celor 5 determinări. Verificarea dinamometrelor de laborator cu element elastic se face iniţial şi anual în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 97-60 iar a celor tehnice, iniţial şi la doi ani, în conformitate cu Instrucţiunile 147-60, marcarea făcîndu-se pe plumbul din capsula plăcuţii cu inscripţii şi pe o plombă care asigură un fir solidarizat de una dintre piesele principale, de preferinţă chiar pe elementul elastic. Pentru cele de laborator se eliberează buletin de comparaţie care trebuie să conţină: data şi locul verificării, denumirea aparatului cu încadrarea lui în clasificare, inscripţiile aparatului, aparatul etalon şi utilajul folosit la verificare cu datele de identificare caracteristicile dinamometrului şi metoda de compensare a erorilor şi rezultatul verificării cu menţiunea „admis" sau „respins";

— *dinamometre hidraulice*, folosite la măsurarea forţelor pe principiul supunerii unui lichid la acţiunea forţei care se măsoară şi determinarea presiunii care ia naştere în acel lichid. Pot fi: cu piston sau cu cutie de măsurare. În tabelele 152 şi 153 sînt indicate diferitele tipuri de dinamometre hidraulice împreună cu schema lor de principiu, cu felul dispozitivului de măsurare şi erorile lor. Condiţiile impuse caracteristicilor metrologice sînt aceleaşi ca la dinamometrele cu element elastic. Pentru cele clasa 1 şi clasa 2 de precizie valoarea unei diviziuni trebuie să fie cel mult 1% din lim ta superioară a domeniului de măsurare şi 2% pentru cele clasa 3, iar

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 152

Tipuri de dinamometre hidraulice

Tipul dinamometrului	Dispozitivul de măsurare a presiunii	Schema
Cu piston	Manometru	
	Dispozitiv de înregistrare	
Cu cutie de măsurare	Manometru	
	Dispozitiv de înregistrare	

Scanned with OKEN Scanner

clasa de precizie trebuie să fie de 0,5...0,6 pentru cele clasa 1, de clasa 1 pentru cele clasa 2, iar pentru cele clasa 3, de clasa 1,5. Se verifică inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile Instrucțiunilor 130-60 marcarea făcîndu-se în același mod ca la cele cu element elastic.

Tabela 153

Erorile tolerate la dinamometrele hidraulice

Clasa de precizie a dinamometrului	Erori tolerate în % din limita superioară a domeniului de măsurare	
	de justețe	de fidelitate
1	± 1	1
2	± 2	2
3	± 3	3

Indicatoare de eforturi pentru cabluri: aparate folosite la determinarea efortului de tracțiune care acționează asupra unui cablu. Distingem:

— *indicatoare mecanice de eforturi pentru cabluri*, care, după felul elementului elastic se împart în aparate cu o singură lamă elastică (pentru

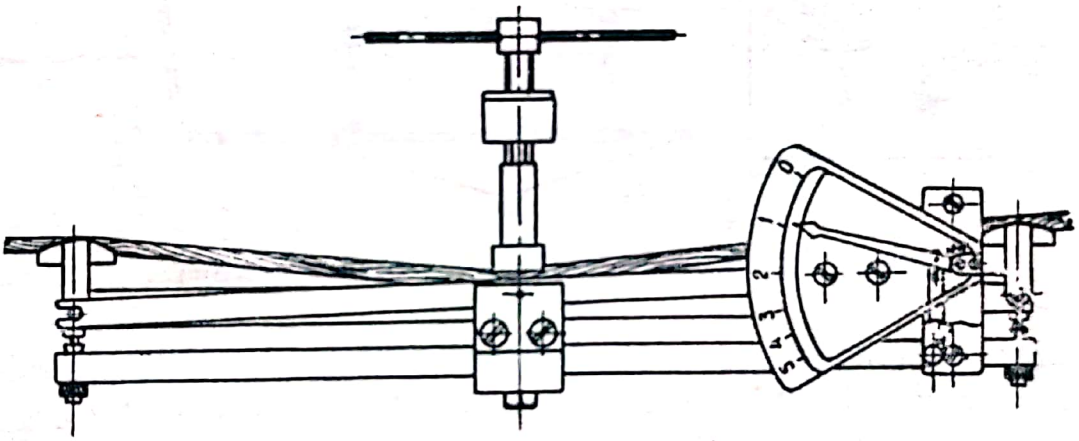


Fig. 178. Indicator mecanic pentru cabluri.

eforturi pînă la 3 tf) și cu două lame elastice (pentru eforturi pînă la 30 tf). Foile de arc sînt prevăzute la capete cu două reazime pentru cablu (fig. 178), legate de lama elastică prin articulații și solidarizate cu două sîrme pentru menținerea constantă a distanței dintre ele. Efortul se măsoară prin deformațiile elastice ale capetelor foii de arc indicate pe cadran. Se construiesc pentru clasa 2 și clasa 3 de precizie, erorile tolerate în procente din limita superioară a domeniului de măsurare fiind pentru justețe ± 3, iar pentru fidelitate 2, respectiv 3. Dosarul aparatului trebuie să conțină aceleași elemente ca la dinamometre, verificările caracteristicilor metrologice făcîndu-se la fel ca la acestea. Se verifică inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 138-60, marcarea făcîndu-se pe un dop de plumb fixat pe cadran;

— *indicatoare hidraulice de eforturi pentru cabluri*, care după felul aparatelor de măsurat pot fi cu sau fără manometru-vernier. Se construiesc în clasele de precizie 2; 2,5; și 3 și au în principiu următoarele părți

Scanned with OKEN Scanner

componente (fig. 179); traductor hidraulic *1*, manometru-vernier *2*, manometru indicator *3*, manometru-înregistrator *4*, rezervor metalic cu lichid *5*, pompă de presiune *6*, robinet de închidere *7*, conducte de legătură *8*. Traductorul este un dinamometru hidraulic prevăzut cu două role în care se fixează cablul şi o a treia, care se reazimă de cablul fixat. Clasele de precizie şi valorile diviziunilor ale manometrului vernier, ale celui indi-

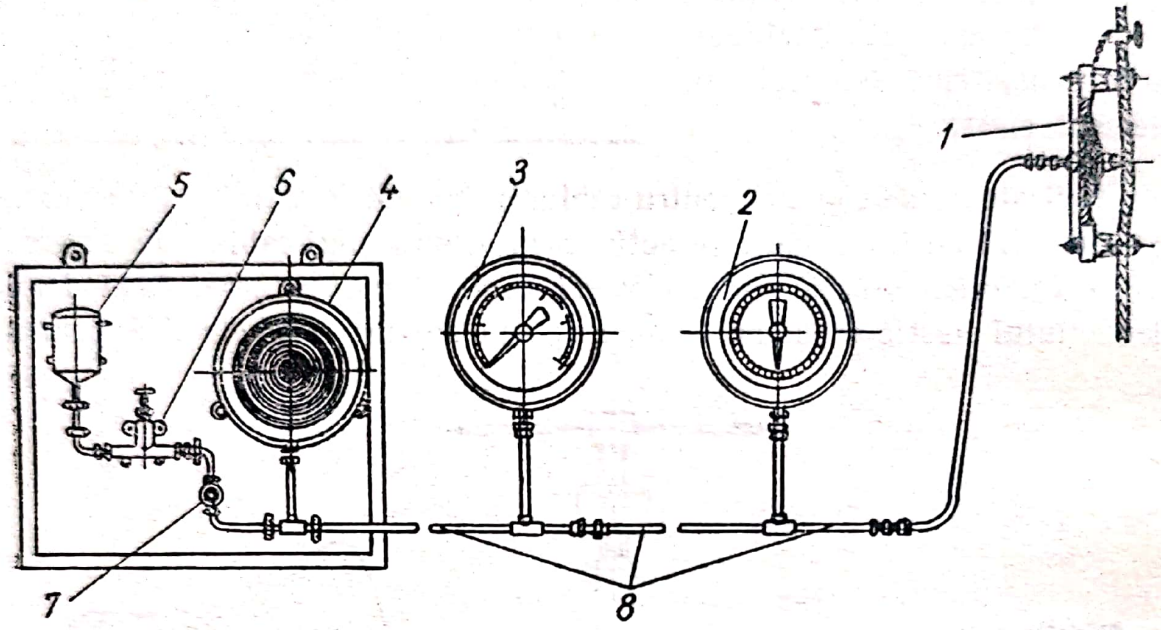


Fig. 179. Indicator hidraulic pentru cabluri.

cator şi celui înregistrator corespunzătoare claselor de precizie ale indicatorului hidraulic, sînt indicate în tabela 154. Erorile tolerate în% din limita superioară a domeniului de măsurare sînt (în ordinea claselor): la justeţe, ± 2; $\pm 2{,}5$; ± 3; la fidelitate, 2; 2,5; 3. Verificările se fac prin metoda încărcării într-o maşină de tracţiune a cărei eroare să fie cel mult 1/3 din eroarea tolerată a indicatorului sau prin metoda comparării. Fiecare aparat trebuie să fie însoţit de un tabel de corespondenţă a valorilor

Tabela 154

Caracteristici metrologice ale manometrelor indicatoarelor hidraulice

Clasa de precizie a indicatorului	Manometru vernier			Manometru indicator		Manometru înreg.	
	Clasa de precizie	Valoarea diviziunii, cel mult	Prag de sensibilitate % din presiunea maximă	Clasa de precizie	Valoarea diviziunii, cel mult	Clasa de precizie	Valoarea diviziunii în % din presiunea maximă
2	0,5	0,5	0,25	1	1	1	1
2,5	1	1	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3	1	1	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Scanned with OKEN Scanner

forţelor corespunzătoare, respectiv indicatorului stabilit la tarare. Verificările se fac la temperatura de 20 ± 4°C, iniţial şi la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 83-60.

Maşini de încercări mecanice: maşini cu ajutorul cărora se determină diferite caracteristici ale materialelor precum şi modul lor de comportare la acţiunea diferitelor forţe. Distingem:

— *maşini de încercari la tracţiune şi maşini universale*; sînt maşini care indică şi eventual înregistrează valoarea deformaţiilor unor epruvete de anumite forme şi dimensiuni, asupra cărora acţionează o forţă de tracţiune (la cele universale şi de compresiune sau încovoiere) pe baza cărora se determină caracteristicile mecanice ale materialului supus încercării. Caracteristicile metrologice sînt cele indicate în tabela 155;

Tabela 155

Caracteristicile metrologice ale maşinilor de încercări mecanice la tracţiune şi universale

Clasa de precizie	Valoarea maximă a diviziunii	Revenire la zero, maxim	Erori tolerate		Prag de sensibilitate	Abatere maximă la revenire	Destinaţie (informativ)
			Justeţe	Fidelitate			
	% din sarc. maxim. $F_i lim.$		% din sarc. măsurată, F_i				
0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	1	Incercări de cercetare
1	0,50	0,50	1	1	1	2	Incercări de metale
2	1,00	1,00	2	2	2	4	lemn, textile etc.
3	1,50	1,50	3	3	3	6	Incercări de materiale de construcţii

— eroarea de justeţe pentru o anumită sarcină aplicată: diferenţa dintre media aritmetică a sarcinilor indicate de maşină la aplicarea repetată a aceleiaşi sarcini efective şi mărimea sarcinii efective, exprimată în procente din sarcina efectivă;

— eroarea de fidelitate pentru o anumită sarcină aplicată: diferenţa dintre sarcina indicată maximă şi sarcina minimă indicată, obţinută la aplicarea repetată a aceleiaşi sarcini efective, exprimată în procente din sarcina efectivă;

— pragul de sensibilitate: diviziunea sau fracţiunea de diviziune indicată de cea mai mică sarcină efectivă capabilă

Scanned with OKEN Scanner

să producă o variaţie a indicaţiilor perceptibilă cu ochiul liber (Se apreciază cel mult 1/5 dintr-o diviziune a scării, dar nu mai puţin de 0,2 mm);

— a b a t e r e a l a r e v e n i r e: diferenţa dintre sarcina indicată la încărcare şi sarcina indicată la descărcare, pentru aceeaşi valoare a sarcinii efective (diferenţa se calculează între valorile medii aritmetice stabilite la creşterea, respectiv la descreşterea sarcinii);

— r e v e n i r e a l a z e r o: diferenţa dintre indicaţiile dinaintea încărcării şi indicaţiile după descărcarea completă. Verificarea indicaţiilor dispozitivului de măsurare a sarcinii se poate executa prin două metode: a) prin încărcare cu greutăţi etalon (numai la maşinile verticale); b) prin comparaţie cu indicaţiile unui dinamometru-etalon (maşina acţionînd asupra dinamometrului etalon). Pentru clasele de precizie a maşinilor de încercat, 0,5; 1; 2 şi 3, dinamometrele etalon trebuie să aibă clasele de precizie (în aceeaşi ordine) 0,1; 0,3; 0,6; 0,6. Maşinile de încercări mecanice trebuie să aibe un dosar cu conţinutul arătat la dinamometre. Verificările se fac iniţial şi la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 91-61, marca de verificare aplicîndu-se pe plumbul din capsula aflată pe unul din şuruburile de fixare a plăcii cu indicaţii;

— *maşini de încercare a materialelor la răsucire* al căror principiu de funcţionare constă în supunerea unei epruvete sau a unei piese la o solicitare lentă şi progresivă a unui cuplu de forţe situat într-un plan perpendicular pe axa epruvetei, respectiv a piesei de încercat. Se pot determina:

— r e z i s t e n ţ a l a r ă s u c i r e τ_r dată de relaţia:

$$\tau_r = \frac{M_{i\ max}}{W_t}\ [\text{kgf/mm}^2],$$

în care: $M_{i\ max}$ este momentul de răsucire suportat de epruvetă pînă la rupere, exprimat în kgf mm; W_t — modulul de rezistenţă polar, exprimat în mm³;

— u n g h i u l s p e c i f i c d e r ă s u c i r e $\vartheta = \varphi/l$, unde φ este unghiul de răsucire (exprimat în radiani) dintre două secţiuni perpendiculare pe axa epruvetei şi paralele între ele; l — distanţa dintre secţiuni, exprimată în mm;

— a l u n e c a r e a s p e c i f i c ă l a r ă s u c i r e γ dată de relaţia:

$$\gamma\% = \frac{\varphi d}{2l}\ 100 = \vartheta\ \frac{d}{2}\ 100,$$

în care: d este diametrul epruvetei exprimat în mm, φ şi ϑ avînd semnificaţiile arătate înainte;

Scanned with OKEN Scanner

— modulul de elasticitate transversal G dat de relaţia:

$$G = \frac{M_t \cdot l}{\varphi \cdot I_t},$$

în care: M_t este momentul de răsucire în deformaţiile elastice, exprimat în kgf mm; I_t — momentul de inerţie polar al secţiunii, exprimat în mm⁴;

— limita de curgere tehnică la răsucire $\tau_{0,3}$, definită ca fiind efortul unitar la care alunecarea permanentă a epruvetei atinge valoarea 3%:

— limita de elasticitate tehnică la răsucire τ_e, definită ca fiind efortul unitar la care deformaţia remanentă atinge valoarea prescrisă de 0,015%;

— limita de proporţionalitate tehnică la răsucire τ_p, definită ca fiind efortul unitar de răsucire la care abaterea de la proporţionalitate dintre efortul unitar şi unghiul specific de răsucire atinge valoarea de 15% (sau altă valoare convenită, în care caz aceasta se menţionează ca indice al simbolului efortului unitar).

Pot fi cu pendul sau cu pîrghie şi greutate deplasabilă, acţionarea putînd fi manuală sau cu electromotor. Se realizează pentru momente de răsucire pînă la 6 kgf m (maşini mici), pînă la 600 kgf m (maşini mijlocii), pînă la 5 000 kgf m (maşini mari), în clasele de precizie 0,5; 1; 2 şi 3, avînd caracteristicile metrologice indicate în tabela 156;

Tabela 156

Caracteristicile metrologiale ale maşinilor de încercare a materialelor la răsucire

Clasa de precizie	Valoarea maximă a diviziunii	Revenire la zero maxim	Erori tolerate		Prag de sensibilitate	Abatere maximă la revenire	Definiţia (informativ)
			Justeţe	Fidelitate			
	% din momentul maxim $M_{i\ lim}$		% din momentul măsurat M_i				
0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	1	Încercări de cercetare
1	0,50	0,50	1	1	1	2	Încercări de metale, lemn
2	1,00	1,00	2	2	2	4	
3	1,50	1,50	3	3	3	6	Încercări de semifabricate

Scanned with OKEN Scanner

— eroarea de justeţe se verifică pentru fiecare reper cu relaţia:

$$e_j\% = \frac{M_{i\ med} - M}{M} \cdot 100,$$

în care: M este valoarea efectivă a momentului de răsucire la încărcare; $M_{i\ med}$ — media aritmetică a valorilor momentelor indicate de dispozitivul de măsurare al maşinii la încărcare;

— eroarea de fidelitate se verifică pentru fiecare reper cu relaţia:

$$e_f\% = \frac{M_{i\ max} - M_{\ min}}{M} \cdot 100,$$

în care: $M_{i\ max}$ şi $M_{i\ min}$ sînt indicaţiile maxime şi respectiv minime ale dispozitivului de măsurare pentru o valoare efectivă M a momentului, la încărcare;

— pragul de sensibilitate se verifică chiar în timpul determinărilor, majorîndu-se momentul efectiv la pîrghia de control cu valoarea pragului de sensibilitate corespunzător clasei de precizie. Verificarea indicaţiilor dispozitivului de măsurare a momentului de răsucire se execută cu ajutorul unei pîrghii de control (tije echilibrată cu o contragreutate şi prevăzută la mijloc cu un pivot care se fixează în capul de întindere al maşinii, de un capăt al căreia se atîrnă greutăţile etalon prin intermediul unui taler de balanţă), pentru cel puţin 5 puncte ale scării gradate. Maşinile trebuie să posede un dosar (cu acte similare ca la dinamometre). Verificările se fac iniţial şi la doi ani, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 92—61, marca de verificare aplicîndu-se pe plumbul din capsula aflată pe unul din şuruburile de fixare a plăcuţei cu inscripţii;

— *maşini de încercări la tracţiune a ţesăturilor, pieilor, cauciucului etc.*, al căror principiu de funcţionare constă în supunerea unei probe la acţiunea unei forţe (sarcini) de tracţiune aplicată lent şi progresiv. Pot fi cu comandă manuală sau electrică, pentru sarcini de 200 kgf (maşini uşoare), sau de 1000 kgf (maşini grele), cu viteză variabilă (continuu sau în trepte) sau constantă, dispozitivul de măsurare putînd fi cu pendul (cu sector circular sau pîrghie perpendiculară pe tija pendulului) sau cu element elastic, iar după poziţia axei probei, putînd fi maşini verticale sau orizontale. Dispozitivul de măsurare cu care sînt prevăzute, poate fi cu riglă gradată solidară cu una din fălcile de fixare a probei sau cu sector gradat solidar cu pendulul. Se pot determina:

— sarcina de rupere la tracţiune, care se măsoară direct în kgf cu dispozitivul de măsurare a sarcinilor;

Scanned with OKEN Scanner

— alungirea specifică la rupere A, care se măsoară cu relaţia:

$$A\% = \frac{L_u - L_0}{L_0} \cdot 100,$$

în care:

L_0 este lungimea iniţială a probei; L_u, lungimea la rupere a probei;

— diagrama încercării la tracţiune, care este reprezentarea grafică în coordonate rectangulare a variaţiei sarcinii în funcţie de lungimea probei;

— lucrul mecanic necesar pentru rupere, care se determină din diagrama încercării la tracţiune prin planimetrarea suprafeţei cuprinse între curbă, axa absciselor şi ordonata din dreptul sarcinii de rupere şi se exprimă în kgfm. Condiţiile impuse caracteristicilor metrologice sînt indicate în tabela 157. Verificările se fac iniţial

Tabela 157

Caracteristici metrologice ale maşinilor de încercat la tracţiune (piei, cauciucuri etc.)

Clasa de precizie	Valoarea maximă a diviziunii	Revenire la zero, maxim	Erori tolerate		Prag de sensibilitate	Abatere maximă la revenire	Destinaţia (informativ)
			Justeţe	Fidelitate			
	% din sarcina maximă F_i lim		% din sarcina măsurată F_i				
0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	1	Incercări de cercetare
1	0,50	0,50	1	1	1	2	Incercări de textile, piei etc.
2	1,00	1,00	2	2	2	4	

(fabricaţie, instalare, după reparaţii, modificări sau mutare de poziţie) şi la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 110-61). Verificarea indicaţiilor dispozitivului de măsurare se poate face prin metoda încărcării cu greutăţi-etalon sau prin metoda comparaţiei (bazată pe corespondenţa dintre indicaţiile unui dinamometru etalon şi indicaţiile maşinii de încercat, care acţionează asupra dinamometrului etalon, care în ordinea claselor de precizie a maşinilor, (0,5; 1; 2), trebuie să aibe clasa de precizie 0,1; 0,3; 0,6. Dosarul trebuie să conţină elementele arătate la dinamometre. Marca de verificare se aplică pe plumbul din capsula metalică aflată pe unul din şuruburile de fixare a plăcii cu indicaţii;

Scanned with OKEN Scanner

— *mașini de încercare la tracțiune a firelor*, al căror principiu de funcționare este același ca la mașinile de încercare la tracțiune a țesăturilor. Se realizează în clasele 0,5 și 1, avînd aceleași condiții impuse caracteristicilor metrologice ca ale celor pentru țesături, putîndu-se face aceleași determinări ca pentru țesături. Scara gradată a dispozitivului de măsurare poate fi în mm, valorile sarcinilor determinîndu-se în acest caz pe baza diagramei caracteristice elementului elastic, sau direct în gf. Sarcina minimă ce poate fi măsurată la fiecare scară gradată a dispozitivului de măsurare a sarcinei este în general 1/10 din sarcina maximă a scării, la unele tipuri fiind însă 1/5 din sarcina maximă. Verificarea indicațiilor se face fie prin metoda încărcării cu greutăți etalon, fie prin comparație, bazată pe corespondența dintre indicațiile unui dinamometru-etalon și indicațiile mașinii de încercat, în care caz dinamometrele etalon trebuie să fie de clasa 0,1, respectiv 0,3. Se verifică în aceleași condiții și în același mod ca cele pentru țesături, cu respectarea prevederilor din Instrucțiunile 113-61, marcarea și conținutul buletinului de verificare, inclusiv conținutul dosarului mașinii, fiind aceleași ca la toate mașinile menționate;

— *aparate de încercare la tracțiune a mortarelor de ciment* (Frühling-Michaelis), a căror funcționare se bazează pe principiul pîrghiilor și anume dispozitivul de producere a sarcinii este alcătuit dintr-un sistem de două pîrghii, legat la un capăt de falca de acționare și încărcat la celălalt capăt cu o greutate variabilă. Raportul brațelor de pîrghie este constant, 1/10 și 1/5. Greutatea aplicată constă din alice de plumb lăsate să curgă dintr-un rezervor într-un vas. La ruperea epruvetei vasul cade și printr-un sistem de bare curgerea de alice este întreruptă. Rezistența la tracțiune a epruvetei în kgf/cm² se determină înmulțind cu 10 greutatea vasului cu alice exprimată în kgf (secțiunea minimă a epruvetei este 5 cm² iar raportul dintre sarcina de rupere și greutatea vasului cu alice, de 50). Epruvetele sînt în formă de 8. Rezistența se determină pe baza a 6 încercări dintre care se elimină două cu valorile cele mai mici și se face media aritmetică a celor patru rămase, media reprezentînd rezultatul încercărilor. Sistemul de pîrghii al aparatului trebuie să se poată aduce în echilibru fără vasul pentru alice, prin reglarea poziției unei contragreutăți aflate la pîrghia superioară, controlul echilibrului făcîndu-se față de un reper trasat pe batiul aparatului. Condiții impuse caracteristicilor metrologice: eroarea de justețe, cel mult ± 3% din sarcina care se verifică; eroarea de fidelitate cel mult 3% din sarcina care se verifică; pragul de sensibilitate, cel mult 3% din sarcina care se verifică. Verificările se fac fie prin metoda încărcării directe cu greutăți-etalon așezate pe un taler în locul epruvetei (greutatea proprie a talerului fiind determinată cu precizia de ± 0,1%, iar greutățile etalon cu o abatere a valorii efective față de cea nominală tot de cel mult ± 0,1%), fie prin metoda

Scanned with OKEN Scanner

comparației cu un dinamometru-arc (comparîndu-se valorile efective ale sarcinilor determinate cu ajutorul dinamometrului, cu valorile corespunzătoare ale sarcinilor determinate ca produs dintre greutatea vasului cu alice și raportul brațelor de pîrghie). Verificările se fac inițial și la doi ani în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 118—58, marca de verificare aplicîndu-se pe plumbul din capsula metalică a unui șurub de pe placa cu indicații;

— *aparate de încercări mecanice ale nisipurilor de turnătorie*, la compresiuni, forfecare, încovoiere, și tracțiune, funcționarea constînd în aplicarea lentă și progresivă a unor sarcini asupra epruvetei (la tracțiune și compresiune de-alungul axei longitudinale; la forfecare, astfel încît epruveta să fie secționată dintr-un plan care să conțină și axa sa longitudinală). La compresiune sau tracțiune se determină rezistența R (sau σ_r) cu relația:

$$R = \frac{F_{max}}{S_0} \text{ [gf/cm}^2\text{]},$$

în care F_{max} este sarcina maximă suportată de epruvetă înainte de rupere, exprimată în gf; S_0 — aria secțiunii înainte de încercare, în cm². La forfecare, se determină rezistența de rupere R_f (sau τ_f) cu relația:

$$R_f = \frac{F_{max}}{S_0} \text{ [gf/cm}^2\text{]},$$

în care:
F_{max} și S_0 au aceeași definire ca la tracțiune. La încovoiere, se determină rezistența de rupere la încovoiere R_i (sau σ_i) cu relația:

$$R_i = \frac{M_i}{W} \text{ [kgf/cm}^2\text{]},$$

în care M_i este momentul de încovoiere maximă suportat de epruvetă înainte de rupere; W — modulul de rezistență al secțiunii epruvetei exprimat în cm³. (Pentru epruvetele uzuale [1]), cu secțiunea pătrată și avînd sarcina aplicată la mijlocul distanței dintre reazime, rezultă $R_i = 3F \cdot d/2b^3$, unde F este sarcina aplicată, în kgf; d — distanța dintre reazime exprimată în cm: b — latura secțiunii pătrate a epruvetei, în cm.) Pentru încercările la tracțiune, aparatul este prevăzut cu două fălci în formă de potcoavă care prind capetele epruvetei; pentru încercările la compresiune, cu două discuri, (unul de așezare și altul de compresiu-

[1]) Încercarea la încovoiere a nisipurilor de turnătorie crude constă în împingerea lentă a epruvetei încet de pe marginea mesei de susținere, capătul ei lucrînd ca o grindă în consolă, pînă ce se rupe sub acțiunea greutății sale proprii, sarcina de rupere fiind greutatea bucății care s-a rupt, exprimată în gf.

Scanned with OKEN Scanner

ne); pentru forfecare, cu două discuri semicirculare diametral opuse, astfel încît prin forfecare epruveta se secţionează după un plan în care este conţinută şi axa longitudinală a epruvetei; pentru încovoiere, cu o traversă cu două reazime la distanţa de 150 mm şi o piesă de apăsare care acţionează la mijlocul distanţei dintre reazime, perpendicular pe planul muchiilor celor două reazime. Dispozitivul de producere a sarcinii (care reprezintă şi dispozitivul de măsurare), poate fi un sistem de pîrghii (cu greutăţi variabile şi raport constant al braţelor de pîrghie, sau cu greutate constantă şi raport variabil al braţelor de pîrghie (aparate mecanice), sau o pompă acţionată normal şi un cilindru sub presiune, al cărui piston se deplasează pe direcţia axei epruvetei, solidar cu discul de acţionare (aparate hidraulice) la care dispozitivul de măsurare constă dintr-un manometru. Dispozitivele de măsurare trebuie să asigure o precizie de 3% din sarcina măsurată pentru întregul domeniu de utilizare admis, mărimea unei diviziuni cel puţin 1 mm, iar valoarea ei cel mult 1,5% din sarcina maximă a scării (eroarea de justeţe $\pm$ 3%, eroarea de fidelitate 3%, pragul de sensibilitate cel mult 3%, toate din sarcina care se verifică, iar abaterea la revenire cel mult 6% din sarcina măsurată). Verificările se fac fie prin încărcare directă, fie prin comparaţie cu indicaţiile unui dinamometru etalon. Verificările se fac iniţial şi la doi ani, în conformitate cu prevederile din instrucţiunile 136-61, marcarea făcîndu-se ca la celelalte maşini de încercări mecanice;

— *prese de încercări la compresiune, flambaj şi încovoiere*, al căror principiu de funcţionare constă în aplicarea unor sarcini progresive variind de la zero la valoarea corespunzătoare a ruperii, lent şi fără şocuri. La încercarea la compresiune, scurtarea la rupere se măsoară pe epruvetă, la ruperea ei. La flambaj, deformaţiile de încovoiere se măsoară cu comparatoare cu cadran. La încovoiere, săgeata se determină prin măsurarea deplasării piesei de apăsare. Condiţiile impuse caracteristicilor metrologice sînt aceleaşi ca la maşinile universale, verificările făcîndu-se prin aceleaşi metode. La verificările cu greutăţi-etalon aplicate printr-un sistem de pîrghii, sarcinile produse de piesele cu dispozitivul de măsurare în legătură cu platoul superior, se determină cu relaţia:

$$F_{sup} = Q_1 \frac{a_1}{b_1} + Q_2 \cdot \frac{a_2}{b_2},$$

în care: F_{sup} este sarcina pe platoul superior în legătură cu dispozitivul de măsurare a sarcinii, exprimată în kgf; Q_1 şi Q_2 valorile greutăţilor-etalon aplicate pe talerele celor două pîrghii ale sistemului, exprimate în kgf: a_1, a_2, b_1, b_2 — lungimile braţelor celor două pîrghii exprimate în cm, iar la piesele cu dispozitivul de măsurare în legătură cu platoul inferior, cu

Scanned with OKEN Scanner

relația:

$$F_{inf} = Q\left(\frac{a_1}{b_1} + 1\right) + Q_2\left(\frac{a_2}{b_2} + 1\right) + G_{1e} + G_{2e},$$

în care: F_{inf} este sarcina pe platoul inferior, exprimată în kgf, G_{1e} și G_{2e} sînt forțele de echilibrare determinate pentru cele două pîrghii. Clasele de precizie ale dinamometrului etalon utilizate la verificare trebuie să fie 0,1; 0,3; 0,6; 0,6, corespunzătoare ordinei succesive ale claselor de precizie ale pieselor 0,5; 1; 2; 3. Verificările se fac inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 112-61, marcarea făcîndu-se ca la mașinile universale;

— *mașini de încercări ale arcurilor* la solicitare statică și solicitări repetate, a căror funcționare constă în aplicarea lentă și progresivă a unei sarcini de tracțiune sau compresiune în lungul axei longitudinale a unui arc (la arcurile elicoidale), respectiv a unei sarcini de încovoiere perpendiculară pe planul axelor urechilor arcurilor (la arcurile în foi) și determinarea deformației arcului corespunzătoare unei sarcini convenite sau a sarcinii necesare pentru realizarea unei anumite deformații convenite. Pot fi cu acționare manuală sau electrică, dispozitivele de producere a sarcinii putînd fi mecanice (fus filetat solidar cu capul de acționare al dispozitivului de prindere a arcului, deplasabil în direcția axei sale prin intermediul unei piulițe a cărei mișcare de rotație se realizează prin intermediul unui angrenaj cu șurub fără sfîrșit, acționat manual sau de un electromotor), sau hidraulice (pompă și un cilindru sub presiune, al cărui piston se deplasează pe direcția axei arcului, solidar cu capul de acționare al dispozitivului de prindere a arcului, iar dispozitivele de măsurare putînd fi mecanice (sistem de pîrghie cu greutăți constante și raport variabil sau greutăți variabile și raport constant al brațelor de pîrghii; cap automat al unei balanțe; pendul legat de un cap de prindere sau prin intermediul unor pîrghii; un element elastic, arc), sau hidraulice (manometru care indică presiunea din cilindrul de presiune, cutie de măsurare care primește prin intermediul unui piston sarcina aplicată arcului; manometru pendular legat printr-o conductă de cilindrul de lucru al mașinii). La mașinile pentru încercări la solicitări repetate, se găsește și un contor care indică numărul solicitărilor repetate. Condițiile impuse caracteristicilor metrologice sînt indicate în tabela 158. Verificările se fac inițial și la doi ani, cu respectarea prevederilor din Instrucțiunile 132-61, marcarea celor admise făcîndu-se ca la toate celelalte;

— *aparate de încercare a elasticității segmenților pentru pistoane* a căror funcționare constă în aplicarea (și determinarea) unei forțe F asupra unui segment în stare liberă, pentru închidere pînă la diametrul normal, D. (D este diametrul exterior al segmentului în stare comprimată egal cu alezajul, avînd între capete o distanță prescrisă). Incercarea se face fie

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 158

Caracteristici metrologice ale maşinilor de încercare a arcurilor

Clasa de precizie	Valoarea maximă a diviziunii	Revenire la zero	Erori tolerate		Prag de sensibilitate	Abatere la revenire	Destinaţia (informativ)
			Justeţe	Fidelitate			
	% din sarcina maximă F_{lim}		% din sarcina efectiv aplicată, F				
1	0,50	0,50	± 1	1	1	± 2	Arcuri cu destinaţie specială
2	1	1	± 2	2	2	± 4	Arcuri uzuale
3	1,50	1,50	± 3	3	2	± 6	

cu două forţe diametrale, orientate după direcţia diametrului perpendicular pe diametrul care trece prin jumătatea deschiderii segmentului fie cu două forţe tangenţiale, orientate după direcţia tangentei în dreptul diametrului care trece prin jumătatea deschiderii segmentului. Dispozitivul de măsurare poate fi cu pîrghii sau cu balanţă semiautomată cu cadran. Condiţiile metrologice: eroarea de justeţe, cel mult ± 3% din forţa care se verifică; eroarea de fidelitate, cel mult 3% din forţa efectivă care se verifică; pragul de sensibilitate, cel mult egal cu valoarea erorii relative tolerate, pentru forţa respectivă; abaterea la revenire, cel mult egală cu dublul erorii de justeţe tolerate. Verificările se fac iniţial şi la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 135—61, marcarea făcîndu-se ca la celelalte maşini de încercări mecanice;

— *maşini de încercări la oboseală prin încovoiere rotativă*, a căror funcţionare constă în aplicarea unui moment de încovoiere, fix în spaţiu, asupra unei epruvete de secţiune circulară, în rotaţie, determinîndu-se curba de oboseală (dependenţa dintre numărul de cicluri suportate pînă la repere şi valoarea efortului unitar respectiv, precum şi rezistenţa la oboseală prin încovoiere sinusoidală simetrică (adică efortul unitar maxim de care îl suportă materialul respectiv pînă să se rupă; ciclurile stabilite convenţional: $2 \cdot 10^6 \ldots 10^7$ pentru metale feroase; $10^7 \ldots 5 \cdot 10^7$ pentru metale neferoase. Maşinile pot fi cu epruvete montate în consolă sau pe două reazime, dispozitivul de măsurare putînd fi cu greutăţi sau cu element elastic, sau indicator şi scară gradată pe care se citeşte săgeata. La cele cu greutăţi, abaterea masei efective faţă de cea nominală, nu trebuie să fie mai mare de ± 0,2%, iar la cele cu element elastic, să se respecte condiţiile impuse dinamometrelor de laborator cu element elastic.

Scanned with OKEN Scanner

Se verifică inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 122-61;

— *mașini de încercări la fluaj* [1]) *și relaxare* [2]), pot fi: pentru încercări la temperatură constantă și sarcină constantă; pentru încercări la temperatură constantă și deformație constantă; pentru încercări la sarcină constantă și deformație constantă. Dispozitivul de producere a sarcinii, la cele pentru încercări la sarcină constantă, constă dintr-un sistem de pîrghii cu greutăți iar la cele pentru încercări la sarcină variabilă, dintr-un resort de încărcare, în acest caz deformațiile fiind măsurate cu un comparator. Erorile de justețe: $\pm$ 1% din sarcina care se verifică. Eroarea de fidelitate: 1% din sarcina care se verifică; Abaterea la revenire: $\pm$ 2% din sarcina efectiv aplicată. Verificările se fac inițial și la doi ani în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 165-61, marcarea fiind ca la celelalte;

— *ciocane-pendul pentru încercări la șoc*, al căror principiu de funcționare se bazează pe energia potențială pe care o are un pendul (cu greutatea G) imobilizat la o înălțime (H) față de poziția de echilibru. Lăsat să cadă liber asupra unei epruvete e o rupe și-și continuă cursa, înălțîndu-se pînă la o înălțime h, în care are energia potențială $G \cdot h$. Diferența $G \cdot H - G \cdot h$ reprezintă energia consumată la rupere (neglijînd frecările). Pot fi cu cadran (sau sector circular), sau cu riglă gradată (cu care se măsoară înălțimile pozițiilor extreme), cu greutate constantă și înălțime variabilă sau invers. Pierderile de energie pentru frecări și rezistența aerului, pentru antrenarea aerului în gol, nu trebuie să întreacă 0,5% pentru cele cu energie de lansare mai mare decît 0,4 kgfm; 1% pentru cele cu energie de lansare între 0,4 ... 0,05 kgfm; 2% pentru cele cu energie de lansare mai mică decît 0,05 kgfm. Lungimea pendulului trebuie să asigure următoarele viteze de lovire: 4,5 ... 7 m/s; pentru cele cu energii mai mari de 5 kgfm; 2,9 ... 3,8 m/s pentru cele sub 5 kgfm. Energia de lansare trebuie să corespundă cu cea înscrisă pe aparat, eroarea tolerată fiind de $\pm$ 1%. Se verifică inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 86—61, marcarea fiind ca la celelalte.

C. *MIJLOACE DE MĂSURARE A DURITĂȚII*

Aparate Brinell: aparate pentru încercarea statică a durității după metoda Brinell (v. „duritate Brinell") la care încărcarea se face prin greutăți. Nu au dispozitiv propriu de măsurare a urmei, măsurarea acesteia

---

[1]) Încercarea la fluaj constă în aplicarea unei sarcini constante, de durată, urmărindu-se deformarea epruvetei în funcție de timp, temperatura menținîndu-se constantă.

[2]) Încercarea de relaxare constă în aplicarea unei sarcini variabile în timp, astfel ca deformația să rămînă constantă pe toată durata încercării, temperatura menținîndu-se constantă.

Scanned with OKEN Scanner

făcîndu-se cu ajutorul unei lupe (prevăzută cu o scară gradată plasată în planul suprafeţei de măsurat sau trasată direct pe ocular, cu mărirea 5 : 1 sau 10 : 1 (măsurarea făcîndu-se numai în cazul urmelor obţinute cu bile de 10 mm diametru) sau al unui microscop (prevăzut cu ocular cu scară gradată cu diviziuni de 0,1 sau 0,05 mm, mărirea fiind între 20 : 1 şi 40 : 1). Duritatea Brinell, în funcţie de F, D şi k, este indicată în tabelele 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167. Condiţiile impuse caracteristicelor metrologice, sînt indicate în tabela 168, iar condiţiile de verificare în tabela 169. Trebuie să posede dosarul cu documentele arătate la mijloacele de măsurarea forţei. Se verifică iniţial şi la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile, 68-60, marcarea făcîndu-se la plumbul şurubului de fixare a plăcuţei cu indicaţii (ca la toate aparatele de măsurat forţe şi durităţi).

Tabela 159

Duritatea Brinell $D = 10$ mm; $k = 30$; $F = 3000$ kgf

Diametrul urmei, mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,50	601	597	592	587	582	578	573	569	564	560
2,60	555	551	547	543	538	534	530	526	522	518
2,70	514	510	507	503	499	495	492	488	485	481
2,80	477	474	471	467	464	461	457	454	451	448
2,90	444	441	438	435	432	429	426	423	420	417
3,00	415	412	409	406	404	401	398	395	393	390
3,10	388	385	383	380	378	375	373	370	368	366
3,20	363	361	359	356	354	352	350	347	345	344
3,30	341	339	337	335	333	331	329	326	325	323
3,40	321	319	317	315	313	311	309	307	306	304
3,50	302	300	298	297	295	293	292	290	288	286
3,60	285	283	282	280	278	277	275	274	272	271
3,70	269	268	266	265	263	262	260	259	257	256
3,80	255	253	252	250	249	248	246	245	244	242
3,90	241	240	239	237	236	235	234	232	231	230
4,00	229	228	226	225	224	223	222	221	219	218
4,10	217	216	215	214	213	212	211	210	209	208
4,20	207	205	204	203	202	201	200	199	198	198
4,30	197	196	195	194	193	192	191	190	189	188
4,40	187	186	185	185	184	183	182	181	180	179
4,50	179	178	177	176	175	174	174	173	172	171
4,60	170	170	169	168	167	167	166	165	164	164
4,70	163	162	161	161	160	159	158	158	157	156
4,80	156	155	154	154	153	152	152	151	150	150
4,90	149	148	148	147	146	146	145	144	144	143
5,00	143	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 160

Duritatea Brinell pentru $D = 10$ mm; $k = 10$; $F = 1000$ kgf

Diametrul urmei, mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,00	315	312	309	306	303	300	297	294	291	288
2,10	285	283	280	277	275	272	270	267	265	262
2,20	260	257	255	253	251	248	246	244	242	240
2,30	237	235	233	231	229	227	225	223	222	220
2,40	218	216	224	212	211	209	207	205	204	202
2,50	200	199	197	196	194	193	191	190	188	187
2,60	185	184	182	181	179	178	177	175	174	173
2,70	171	170	169	168	166	165	164	163	162	160
2,80	159	158	157	156	155	154	152	151	150	149
2,90	148	147	146	145	144	143	142	141	140	139
3,00	138	137	136	135	135	134	133	132	131	130
3,10	129	128	128	127	126	125	124	123	123	122
3,20	121	120	120	119	118	117	117	116	115	114
3,30	114	113	112	112	111	110	110	109	108	108
3,40	107	106	106	105	104	104	103	102	102	101
3,50	101	100	99,5	98,9	98,3	97,7	97,2	96,6	96,1	95,5
3,60	95,0	94,4	93,9	93,3	92,8	92,3	91,8	91,2	90,7	90,2
3,70	89,7	89,2	88,7	88,2	87,7	87,2	86,8	86,3	85,8	85,3
3,80	84,9	84,4	83,9	83,5	83,0	82,6	82,1	81,7	81,3	80,8
3,90	80,4	80,0	79,5	79,1	78,7	78,3	77,9	77,5	77,1	76,7
4,00	76,3	75,9	75,5	75,1	74,7	74,3	73,9	73,5	73,2	72,8
4,10	82,4	72,0	71,7	71,3	71,0	70,6	70,2	69,9	69,5	69,2
4,20	68,8	68,5	68,2	67,8	67,5	67,1	66,8	66,5	66,2	65,8
4,30	65,5	65,2	64,9	64,6	64,2	63,9	63,6	63,3	63,0	62,7
4,40	62,4	62,1	61,8	61,5	61,2	60,9	60,6	60,4	60,1	59,8
4,50	59,5	59,2	59,0	5,7	58,4	58,1	57,9	57,6	57,3	57,1
4,60	56,8	56,5	56,3	56,0	55,8	55,5	55,3	55,0	54,8	54,5
4,70	54,3	54,0	53,8	53,5	53,3	53,0	52,8	52,6	52,3	52,1
4,80	51,9	51,6	51,4	51,2	51,0	50,7	50,5	50,3	50,1	49,8
4,90	49,6	49,4	49,2	49,0	48,8	48,6	48,3	48,1	47,9	47,7
5,0	47,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 161

Duritatea Brinell pentru $D = 10$ mm; $k = 5$; $F = 500$ kgf

Diametrul urmei, mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,00	158	156	154	153	151	150	148	147	146	144
2,10	143	141	140	139	137	136	135	134	132	131
2,20	130	129	128	126	125	124	123	122	121	120
2,30	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110
2,40	109	108	107	106	105	104	104	103	102	101
2,50	100	99,4	98,6	97,8	97,1	96,3	95,5	94,8	94,0	93,3
2,60	92,6	91,8	91,1	90,4	89,7	89,0	88,4	87,7	87,0	86,4
2,70	85,7	85,1	84,4	83,8	83,2	82,6	81,9	81,3	80,8	80,2
2,80	79,6	79,0	78,4	77,9	77,3	76,8	76,2	75,7	75,1	74,6
2,90	74,1	73,6	73,0	72,5	72,0	71,5	71,0	70,5	70,1	69,6
3,00	69,1	68,6	68,2	67,7	67,3	66,8	66,4	65,9	65,5	65,0
3,10	64,4	64,2	63,8	63,3	62,9	62,5	62,1	61,7	61,3	60,9
3,20	60,5	60,1	59,8	59,4	59,0	58,6	58,3	57,9	57,7	57,2
3,30	56,8	56,5	56,1	55,8	55,4	55,1	54,8	54,4	54,1	53,8
3,40	53,4	53,1	52,8	52,5	52,2	51,8	51,5	51,2	50,9	50,6
3,50	50,3	50,0	49,7	49,4	49,2	48,9	48,6	48,3	48,0	47,7
3,60	47,5	47,2	46,9	46,7	46,4	46,1	45,9	45,6	45,4	45,1
3,70	44,9	44,6	44,4	44,1	43,9	43,6	43,4	43,1	42,9	42,7
3,80	42,4	42,2	42,0	41,7	41,5	41,3	41,1	40,9	40,6	40,4
3,90	40,2	40,0	39,8	39,6	39,4	39,1	38,9	38,7	38,5	38,3
4,00	38,1	37,9	37,7	37,5	37,3	37,1	37,0	36,8	36,6	36,4
4,10	36,2	36,0	35,8	35,7	35,5	35,3	35,1	34,9	34,8	34,6
4,20	34,4	34,2	34,1	33,9	33,7	33,6	33,4	33,2	33,1	32.9
4,30	32,8	32,6	32,4	32,3	32,1	32,0	31,8	31,7	31,5	31,4
4,40	31,2	31,1	30,9	30,8	30,6	30,5	30,3	30,2	30,0	29,9
4,50	29,8	29,6	29,5	29,3	29,2	29,1	28,9	28,8	28,7	28,5
4,60	28,4	28,3	28,1	28,0	27,9	27,8	27,6	27,5	27,4	27 3
4,70	27,1	27,0	26,9	26,8	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1
4,80	25,9	25,8	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3	25,1	25,0	24,3
4,90	24,8	24,7	24,6	24,5	24,4	24,3	24,2	24,1	24,0	23,9
5,00	23,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 162

Duritatea Brinell pentru $D = 5$ mm; $k = 30$; $F = 750$ kgf

Diametrul urmei mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,20	—	—	—	—	—	601	592	582	573	564
1,30	555	547	538	530	522	514	507	499	492	485
1,40	477	471	464	457	451	444	438	432	426	420
1,50	415	409	404	398	393	388	383	378	373	368
1,60	363	359	354	350	345	341	337	333	329	325
1,70	321	317	313	309	306	302	298	295	292	288
1,80	285	282	278	275	272	269	266	263	260	257
1,90	255	252	249	246	244	241	239	236	234	231
2,00	229	226	224	222	219	217	215	213	211	209
2,10	207	204	202	200	198	197	195	193	191	189
2,20	187	185	184	182	180	179	177	175	174	172
2,30	170	169	167	166	164	163	161	160	158	157
2,40	156	154	153	152	150	149	148	146	145	144
2,50	143	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 163

Duritatea Brinell pentru $D = 5$ mm; $k = 10$; $F = 250$ kgf

Diametrul urmei mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,00	315	309	303	297	291	285	280	275	270	265
1,10	260	255	251	246	242	237	233	229	225	222
1,20	218	214	211	207	204	200	197	194	191	188
1,30	185	182	179	177	174	171	169	166	164	162
1,40	159	157	155	152	150	148	146	144	142	140
1 50	138	136	135	133	131	129	128	126	124	123
1 60	121	120	118	117	115	114	112	111	110	108
1,70	107	106	104	103	102	101	99,5	98,3	97,2	96,1
1,80	95,0	93,9	92,8	91,8	90,7	89,7	88,7	87,7	86,8	85,8
1,90	84,9	83,9	83,0	82,1	81,3	80,4	79,5	78,7	77,9	77,1
2,00	76,3	75,5	74,7	73,9	73,2	72,4	71,7	71,0	70,2	69,5
2,10	68,8	68,2	67,5	66,8	66,2	65,5	64,9	64,2	63,6	63,0

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 164

Duritatea Brinell pentru $D = 5$ mm; $k = 5$; $F = 125$ kgf

Diametrul urmei mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,00	158	154	151	148	146	143	140	137	135	132
1,10	130	128	125	123	121	119	117	115	113	111
1,20	109	107	105	104	102	100	98,6	97,1	95,5	94,0
1,30	92,6	91,1	89,7	88,4	87,0	85,7	84,4	83,2	81,9	80,8
1,40	79,6	78,4	77,3	76,2	75,1	74,1	73,0	72,0	71,0	70,1
1,50	69,1	68,2	67,3	66,4	65,5	64,6	63,8	62,9	62,1	61,3
1,60	60,5	59,8	59,0	58,3	57,5	56,8	56,1	55,4	54,8	54,1
1,70	53,4	52,8	52,2	51,5	50,9	50,3	49,7	49,3	48,6	48,0
1,80	47,5	46,9	46,4	45,9	54,4	44,9	44,4	43,9	43,4	42,9
1,90	42,4	42,0	41,5	41,1	40,6	40,2	39,8	39,4	38,9	38,5
2,00	38,1	37,7	37,3	37,0	36,6	36,2	35,8	35,5	35,1	34,8
2,10	34,4	34,1	33,7	33,4	33,1	32,8	32,4	32,1	31,8	31,5
2,20	31,2	30,9	30,6	30,3	30,0	29,8	29,5	29,2	28,9	28,7
2,30	28,4	28,1	27,9	27,6	27,4	27,1	26,9	26,6	26,4	26,2
2,40	25,9	25,7	25,5	25,3	25,0	24,8	24,6	24,4	24,2	24,0
2,50	23,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 165

Duritatea Brinell pentru $D = 2{,}5$ mm; $k = 30$; $F = 187{,}5$ kgf

Diametrul urmei mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,50	945	908	873	840	809	780	752	725	700	676
0,60	653	632	611	592	573	555	538	522	507	492
0,70	477	464	451	438	426	415	404	393	383	373
0,80	363	354	345	337	329	321	313	306	298	292
0,90	285	278	272	266	260	255	249	244	239	234
1,00	228	224	219	215	211	207	202	198	195	191
1,10	187	184	180	177	174	170	167	163	161	158
1,20	156	153	150	148	145	143	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 166

Duritatea Brinell pentru $D = 2{,}5$ mm; $k = 10$; $F = 62{,}5$ kgf

Diametrul urmei mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,50	315	303	291	280	270	260	251	242	233	225
0,60	218	211	204	197	191	185	179	174	169	164
0,70	159	155	150	146	142	138	135	131	128	124
0,80	121	118	115	112	110	107	104	102	99,5	97,2
0,90	95,0	92,8	90,7	88,7	86,8	84,9	83,0	81,3	79,5	77,9
1,00	76,3	74,7	73,2	71,7	70,2	68,8	67,5	66,2	64,9	63,6
1,10	62,4	61,2	60,1	59,0	57,9	56,8	55,8	54,8	53,8	52,8
1,20	51,9	51,0	50,1	49,2	48,3	47,5	—	—	—	—

Tabela 167

Duritatea Brinell pentru $D = 2{,}5$ mm; $k = 5$; $F = 31{,}2$ kgf

Diametrul urmei mm	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,50	158	151	146	140	135	130	125	121	117	113
0,60	109	105	102	98,6	95,5	92,6	89,7	87,0	84,4	81,9
0,70	79,6	77,3	75,1	73,0	71,0	69,1	67,3	65,5	63,8	62,1
0,80	60,5	59,0	57,5	56,1	54,8	53,4	52,2	50,9	49,7	48,6
0,90	47,5	46,4	45,4	44,4	43,4	42,4	41,5	40,6	39,8	38,9
1,00	38,1	37,3	36,6	35,8	35,1	34,4	33,7	33,1	32,4	31,8
1,10	31,2	30,6	30,0	29,5	28,9	28,4	27,9	27,4	26,9	26,4
1,20	25,9	25,5	25,0	24,6	24,2	23,8	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 168

Caracteristicile metrologice impuse aparatelor de încercare statică a durității

Încercarea de duritate	Eroarea maximă tolerată			
	de fidelitate		de justețe	
	Condiții	valoarea	Condiții	valoarea
Brinell	H_{nom} 450 *HB*	4%	H_{nom} 450 *HB*	± 2%
Vickers	H_{nom} 600 *HV* F 10 kgf	4%	H_{nom} 1000 *HV* F 5 kgf	± 2%
	H_{nom} 600 *HV* F 5 kgf			
Rockwell C	H_{nom} = 20 . . . 30 *HRC* H_{nom} = 40 . . . 50 *HRC* H_{nom} = 60 . . . 67 *HRC*	1,68 *HRC* 1,2 *HRC* 0,8 *HRC*	*HRC* 50 *HRC* 50	± 1 *HRC* ±1,5 *HRC*
Rockwell B	H_{nom} = 80 . . . 90 *HRB* H_{nom} = 90 . . . 100 *HRB*	1,0 *HRB*		± 2 *HRB*

Aparate Wickers: aparate pentru încercarea statică a durității după metoda Wickers (v. duritate Wickers) fără sarcină inițială. Duritatea Wickers în funcție de F, este indicată în tabelele 170, 171, 172, 173. Condițiile impuse caracteristicilor metrologice sînt indicate în tabela 168, iar cele de verificare, în tabela 169. Verificările se fac inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 84-60.

Aparate Rockwell: aparate pentru încercarea statică a durității după metoda Rockwell (v. „duritate Rockwell"), cu sarcină inițială și suprasarcină produsă mecanic sau hidraulic. Se construiesc pentru duritate Rockwell *C* sau *B*. Condițiile impuse caracteristicilor metrologice sînt indicate în tabela 168: iar de verificare, în tabela 169. Verificările se fac inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 85-61.

Scleroscoape: aparate cu percutor cu cădere verticală pentru determinarea durității după metoda dinamică-elastică (v. „duritate dinamico-elastică"), dispozitivul de măsurare a ricoșerii constînd dintr-un tub de sticlă pe care se citește direct înălțimea de ricoșare a percutorului sau dintr-un cadran cu scară gradată și un ac indicator acționat de percutor (la cele automate). Eroarea maximă de justețe: ± 2,5 unități *HS*; eroarea maximă de fidelitate: 5 unități de duritate *HS*. Verificările se fac inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 107-60, marcarea făcîndu-se pe o picătură de ceară la unul din șuruburile de fixare a capacului.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 169

Condiţii de verificare pentru aparatele de încercare statică a durităţii

Nr. crt.	Obiectul verificării	Elementul	Condiţia cerută	Consecinţele nerespectării
1	Construcţia aparatului	Corpul	Rigiditate, deformaţii elastice minime	Deplasări relative între piesă şi penetrator
2	Aşezarea piesei	Platoul de reazem	Perpendicularitatea pe axa penetratorului	Deformarea urmei
		Tija filetată a platoului	Autofrînarea	Deplasarea platoului sub sarcină
3	Producerea sarcinii	Pîrghiile de amplificare	Menţinerea raportului de amplificare	Sarcini eronate
			Articulaţii cu frecări mici	Agăţări, sarcini eronate
		Dinamometrul, manometrul, ş.a.	Justeţea indicaţiilor ±1%	Măsurarea eronată a sarcinii
		Amortizorul, cama sau excentricul pentru reglarea sarcinii	Respectarea ciclului de încărcare	Deformaţii plastice diferite ale piesei
4	Penetratorul	Materialul	Respectarea calităţii prescrise	
		Profilul	Incadrarea în abaterile admise	Deformarea urmei
		Montarea	Perpendicularitatea pe platoul de reazem	
5	Măsurarea urmei	Lupele, microscoapele, comparatoarele cu cadran	Justeţea măsurării urmelor cu erorile prescrise	Erori inadmisibile la măsurarea urmei
6	Indicaţiile aparatului pentru determinarea durităţii	Aparatul în ansamblu	Justeţea şi fidelitatea indicaţiilor aparatului	Erori de măsurare a durităţii
7	Montarea şi instalarea	Amplasarea	Stabilitatea aparatului Orizontalitatea platoului	Agăţări şi frecări suplimentare

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 170

Duritate Vickers, sarcina $F = 5$ kgf

Diametrul urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,07	1 892	1 839	1 789	1 740	1 693	1 648	1 605	1 564	1 524	1 486
0,08	1 449	1 413	1 379	1 346	1 314	1 283	1 253	1 225	1 197	1 171
0,09	1 145	1 120	1 095	1 072	1 049	1 027	1 006	986	966	946
0,10	927	908	891	874	857	841	825	810	795	781
0,11	766	752	739	726	713	701	689	677	666	655
0,12	644	633	623	613	603	593	584	575	566	558
0,13	549	540	532	524	516	509	502	494	487	480
0,14	473	466	460	454	447	441	435	429	423	418
0,15	412	407	401	396	391	386	381	376	371	367
0,16	362	358	353	349	345	341	336	332	329	325
0,17	321	317	313	310	306	303	299	296	293	289
0,18	286	283	280	277	274	271	268	265	262	260
0,19	257	254	251	249	246	244	241	239	236	234
0,20	232	229	227	225	223	221	219	216	214	212
0,21	210	208	206	204	203	201	199	197	195	193
0,22	192	190	188	187	185	183	182	180	178	177
0,23	175	175	172	171	169	168	167	165	164	162
0,24	161,0	159,6	158,3	157,0	155,7	154,5	153,2	152,0	150,8	149,5

Scanned with OKEN Scanner

0,25	148,3	147,2	146,0	144,9	143,7	142,6	141,5	140,4	139,3	138,2
0,26	137,2	136,1	135,1	134,0	133,0	132,0	131,0	130,1	129,1	128,1
0,27	127,2	126,3	125,4	124,4	123,5	122,6	121,7	120,8	120,0	119,1
0,28	118,3	117,4	116,6	115,8	115,0	114,2	113,4	112,6	111,8	111,0
0,29	110,3	109,5	108,8	108,0	107,3	106,6	105,8	105,1	104,4	103,7
0,30	103,0	102,3	101,6	101,0	100,3	99,7	99,0	98,4	97,8	97,1
0,31	96,5	95,9	95,3	94,6	94,0	93,4	92,9	92,3	91,7	91,1
0,32	90,6	90,0	89,4	88,9	88,3	87,8	87,2	86,7	86,2	85,7
0,33	85,2	84,6	84,1	83,6	83,1	82,6	82,1	81,6	81,2	80,7
0,34	80,2	79,7	79,3	78,8	78,4	77,9	77,5	77,0	76,6	76,1
0,35	75,7	75,3	74,9	74,4	74,0	73,6	73,2	72,8	72,4	72,0
0,36	71,6	71,2	70,8	70,4	70,0	69,6	69,2	68,8	68,5	68,1
0,37	67,7	67,4	67,0	66,6	66,3	66,0	65,6	65,2	64,9	64,6
0,38	64,2	63,9	63,6	63,2	62,9	62,6	62,3	61,9	61,6	61,3
0,39	61,0	60,7	60,3	60,0	59,7	59,4	59,1	58,8	58,5	58,3
0,40	58,0	57,7	57,4	57,1	56,8	56,5	56,3	56,0	55,7	55,4
0,41	55,2	54,9	54,6	54,4	54,1	53,9	53,6	53,3	53,1	52,8
0,42	52,6	52,3	52,1	51,8	51,6	51,3	51,1	50,9	50,6	50,4
0,43	50,2	49,9	49,7	49,5	49,2	49,0	48,8	48,6	48,3	48,1
0,44	47,9	47,7	47,5	47,3	47,0	46,8	46,6	46,4	46,2	46,0
0,45	45,8	45,6	45,4	45,2	45,0	44,8	44,6	44,4	44,2	44,0
0,46	43,8	43,6	43,4	43,3	43,1	42,9	42,7	42,5	42,3	42,2
0,47	42,0	41,8	41,6	41,4	41,3	41,1	40,9	40,8	40,6	40,4
0,48	40,2	40,1	39,9	39,7	39,6	39,4	39,3	39,1	38,9	38,8
0,49	38,6	38,5	38,3	38,2	38,0	37,8	37,7	37,5	37,4	37,3
0,50	37,1	37,0	36,8	36,7	36,5	36,4	36,2	36,1	35,9	35,8
0,51	35,6	35,5	35,3	35,2	35,1	35,0	34,8	34,7	34,6	34,4

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 170 (continuare)

Diametrul urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,52	34,3	34,2	34,0	33,9	33,8	33,6	33,5	33,4	33,3	33,1
0,53	33,0	32,9	32,8	32,6	32,5	32,4	32,3	32,2	32,0	31,9
0,54	31,8	31,7	31,6	31,5	31,3	31,2	31,1	31,0	30,9	30,8
0,55	30,7	30,5	30,4	30,3	30,2	30,1	30,0	29,9	29,8	29,7
0,56	29,6	29,5	29,4	29,3	29,2	29,1	28,9	28,8	28,7	28,6
0,57	28,5	28,4	28,3	28,2	28,1	28,0	28,0	27,9	27,8	27,7
0,58	27,6	27,5	27,4	27,3	27,2	27,1	27,0	26,9	26,8	26,7
0,59	26,6	26,6	26,5	26,4	26,3	26,2	26,1	26,0	25,9	25,8
0,60	25,8	25,7	25,6	25,5	25,4	25,3	25,3	25,2	25,1	25,0
0,61	24,9	24,8	24,8	24,7	24,6	25,4	24,4	24,4	24,3	24,2
0,62	24,1	24,0	24,0	23,9	23,8	23,8	23,7	23,6	23,5	23,4
0,63	23,4	23,3	23,2	23,1	23,1	23,0	22,9	22,9	22,8	22,7
0,64	22,6	22,6	22,5	22,4	22,4	22,3	22,2	22,2	22,1	22,0
0,65	22,0	21,9	21,8	21,7	21,7	21,6	21,6	21,5	21,4	21,4
0,66	21,3	21,2	21,1	21,1	21,0	21,0	20,9	20,8	20,8	20,7
0,67	20,7	20,6	20,5	20,5	20,4	20,3	20,3	20,2	20,2	20,1
0,68	20,1	20,0	19,9	19,9	19,8	19,8	19,7	19,7	19,6	19,5
0,69	19,5	19,4	19,4	19,3	19,3	19,2	19,1	19,1	19,0	19,0
0,70	18,9	18,9	18,8	18,8	18,7	18,7	18,6	18,6	18,5	18,4
0,71	18,4	18,3	18,3	18,2	18,2	18,1	18,1	18,0	18,0	17,9
0,72	17,9	17,8	17,8	17,7	17,7	17,6	17,6	17,5	17,5	17,5

Scanned with OKEN Scanner

0,73	17,4	17,4	17,3	17,3	17,2	17,2	17,1	17,1	17,0	17,0
0,74	16,9	16,9	16,8	16,8	16,8	16,7	16,7	16,6	16,6	16,5
0,75	16,5	16,4	16,4	16,4	16,3	16,3	16,2	16,2	16,1	16,1
0,76	16,1	16,0	16,0	15,9	15,9	15,8	15,8	15,8	15,7	15,7
0,77	15,6	15,6	15,6	15,5	15,5	15,4	15,4	15,4	15,3	15,3
0,78	15,2	15,2	15,2	15,1	15,1	15,1	15,0	15,0	14,9	14,9
0,79	14,9	14,8	14,8	14,7	14,7	14,7	14,6	14,6	14,6	14,5
0,80	14,5	14,5	14,4	14,4	14,3	14,3	14,3	14,2	14,2	14,2
0,81	14,1	14,1	14,1	14,0	14,0	14,0	13,9	13,9	13,9	13,8
0,82	13,8	13,8	13,7	13,7	13,7	13,6	13,6	13,6	13,6	13,5
0,83	13,5	13,4	13,4	13,4	13,3	13,3	13,3	13,2	13,2	13,2
0,84	13,1	13,1	13,1	13,1	13,0	13,0	13,0	12,9	12,9	12,9
0,85	12,8	12,8	12,8	12,7	12,7	12,7	12,7	12,6	12,6	12,6
0,86	12,5	12,5	12,5	12,5	12,4	12,4	12,4	12,3	12,3	12,3
0,87	12,3	12,2	12,2	12,2	12,1	12,1	12,1	12,1	12,0	12,0
0,88	12,0	12,0	11,9	11,9	11,9	11,8	11,8	11,8	11,8	11,7
0,89	11,7	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,5
0,90	11,5	11,4	11,4	11,4	11,4	11,3	11,1	11,3	11,3	11,2
0,91	11,2	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	11,1	11,0	11,0	11,0
0,92	11,0	10,9	10,9	10,9	10,9	10,8	10,8	10,8	10,8	10,7
0,93	10,7	10,7	10,7	10,7	10,6	10,6	10,6	10,6	10,5	10,5
0,94	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,3	10,3	10,3
0,95	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1
0,96	10,1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,94	9,91	9,89	9,87
0,97	9,85	9,83	9,81	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67
0,98	9,65	9,63	9,61	9,60	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48
0,99	9,46	9,44	9,42	9,40	9,38	9,36	9,35	9,33	9,31	9,29

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 170 (continuare)

Diametrul urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
1,00	9,27	9,25	9,23	9,22	9,20	9,18	9,16	9,14	9,13	9,11
1,01	9,09	9,07	9,05	9,04	9,02	9,00	8,98	8,96	8,95	8,93
1,02	8,91	8,89	8,88	8,86	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,76
1,03	8,74	8,72	8,70	8,69	8,67	8,66	8,64	8,62	8,60	8,59
1,04	8,57	8,56	8,54	8,52	8,51	8,49	8,47	8,46	8,44	8,43
1,05	8,41	8,39	8,38	8,36	8,35	8,33	8,32	8,30	8,28	8,27
1,06	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19	8,18	8,16	8,14	8,13	8,11
1,07	8,10	8,08	8,07	8,05	8,04	8,02	8,01	7,99	7,98	7,96
1,08	7,95	7,94	7,92	7,91	7,89	7,88	7,86	7,85	7,83	7,82
1,09	7,80	7,79	7,78	7,76	7,75	7,73	7,72	7,70	7,69	7,68
1,10	7,66	7,65	7,64	7,62	7,61	7,59	7,58	7,57	7,55	7,54
1,11	7,53	7,51	7,50	7,49	7,47	7,46	7,45	7,43	7,42	7,40
1,12	7,39	7,38	7,36	7,35	7,34	7,33	7,31	7,30	7,29	7,27
1,13	7,26	7,25	7,24	7,22	7,21	7,20	7,19	7,17	7,16	7,15
1,14	7,14	7,12	7,11	7,10	7,09	7,07	7,06	7,05	7,04	7,02
1,15	7,01	7,00	6,99	6,98	6,96	6,95	6,94	6,93	6,92	6,90
1,16	6,89	6,88	6,87	6,86	6,84	6,83	6,82	6,81	6,80	6,79
1,17	6,77	6,76	6,75	6,74	6,73	6,71	6,70	6,69	6,68	6,67
1,18	6,66	6,65	6,64	6,63	6,61	6,60	6,59	6,58	6,57	6,56
1,19	6,55	6,54	6,53	6,52	6,50	6,49	6,48	6,47	6,46	6,45
1,20	6,44	6,43	6,42	6,41	6,40	6,39	6,38	6,37	6,35	6,34
1,21	6,33	6,32	6,31	6,30	6,29	6,28	6,27	6,26	6,25	6,24
1,22	6,23	6,22	6,21	6,20	6,19	6,18	6,17	6,16	6,15	6,14
1,23	6,13	6,12	6,11	6,10	6,09	6,08	6,07	6,06	6,05	6,04

Scanned with OKEN Scanner

1,24	6,03	6,02	6,01	6,00	5,99	5,98	5,97	5,96	5,95	5,94
1,25	5,93	5,92	5,92	5,91	5,90	5,89	5,88	5,77	5,86	5,85
1,26	5,84	5,83	5,82	5,81	5,80	5,79	5,79	5,78	5,77	5,76
1,27	5,75	5,74	5,73	5,72	5,71	5,70	5,69	5,69	5,68	5,67
1,28	5,66	5,65	5,64	5,63	5,62	5,61	5,61	5,60	5,59	5,58
1,29	5,57	5,56	5,56	5,56	5,54	5,53	5,52	5,51	5,50	5,49
1,30	5,49	5,48	5,47	5,46	5,45	5,44	5,44	5,43	5,42	5,41
1,31	5,40	5,39	5,38	5,37	5,37	5,36	5,35	5,34	5,33	5,32
1,32	5,32	5,31	5,31	5,30	5,29	5,28	5,27	5,26	5,26	5,25
1,33	5,24	5,23	5,23	5,22	5,21	5,20	5,20	5,19	5,18	5,17
1,34	5,16	5,15	5,15	5,14	5,13	5,12	5,12	5,11	5,10	5,09
1,35	5,09	5,08	5,07	5,06	5,06	5,05	5,04	5,03	5,03	5,02

Tabela 171

Duritate Vickers, sarcina 10 kgf

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,11	1 533	1 505	1 478	1 452	1 427	1 402	1 378	1 354	1 332	1 310
0,12	1 288	1 267	1 246	1 226	1 206	1 187	1 168	1 150	1 132	1 115
0,13	1 097	1 081	1 064	1 048	1 033	1 018	1 003	988	974	960
0,14	946	933	920	907	894	882	870	858	847	855
0,15	824	813	803	792	782	772	762	752	743	734
0,16	724	715	707	698	690	681	673	665	657	649
0,17	642	634	627	620	613	606	599	592	585	579
0,18	672	566	560	554	548	542	536	530	525	519
0,19	514	508	503	498	493	488	483	478	473	468

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 171 (continuare)

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,20	464	459	455	450	446	442	437	433	429	425
0,21	421	417	413	409	405	401	397	394	390	387
0,22	383	380	376	373	370	366	363	360	357	354
0,23	351	348	345	342	339	336	333	330	327	325
0,24	322	319	317	314	312	309	306	304	302	299
0,25	297	294	292	289	287	285	283	281	279	276
0,26	274	272	270	268	266	264	262	260	258	256
0,27	254	253	251	249	247	245	243	242	240	238
0,28	236	235	233	232	230	228	227	225	224	222
0,29	221	219	218	216	215	213	212	210	209	207
0,30	206	205	203	202	201	199	198	197	196	194
0,31	193	192	191	189	188	187	186	185	183	182
0,32	181	180	179	178	177	176	175	173	172	171
0,33	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161
0,34	160	160	159	158	157	156	155	154	153	152
0,35	151,4	150,5	149,7	148,8	148,0	147,1	146,3	145,5	144,7	143,9
0,36	143,1	142,3	141,5	140,7	140,0	139,2	138,4	137,7	136,9	136,2
0,37	135,5	134,7	134,0	133,3	132,6	131,9	131,2	130,5	129,8	129,1
0,38	128,4	127,7	127,1	126,4	125,8	125,1	124,5	123,8	123,2	122,6
0,39	121,9	121,3	120,7	120,1	119,5	118,9	118,3	117,7	117,1	116,5
0,40	115,9	115,3	114,8	114,2	113,6	113,1	112,5	111,9	111,4	110,9

Scanned with OKEN Scanner

0,41	110,3	109,8	109,3	108,7	108,2	107,7	107,2	106,6	106,1	105,6
0,42	105,1	104,6	104,1	103,6	103,1	102,7	102,2	101,7	101,2	100,8
0,43	100,3	99,8	99,4	98,9	98,5	98,0	97,6	97,1	96,7	96,2
0,44	95,8	95,3	94,9	94,5	94,1	93,6	93,2	92,8	92,4	92,0
0,45	91,6	91,2	90,8	90,4	90,0	89,6	89,2	88,8	88,4	88,0
0,46	87,6	87,3	86,9	86,5	86,1	85,8	85,4	85,0	84,7	84,3
0,47	84,0	83,6	83,2	82,9	82,5	82,2	81,8	81,5	81,2	80,8
0,48	80,5	80,2	79,8	79,5	79,2	78,8	78,5	78,2	77,9	77,6
0,49	77,2	76,9	76,6	76,3	76,0	75,7	75,4	75,1	74,8	74,5
0,50	74,2	73,9	73,6	73,3	73,0	72,7	72,4	72,1	71,9	71,6
0,51	71,3	71,0	70,7	70,5	70,2	69,9	69,6	69,4	69,1	68,8
0,52	68,6	68,3	68,1	67,8	67,5	67,3	67,0	66,8	66,5	66,3
0,53	66,0	65,8	65,5	65,3	65,0	64,8	64,5	64,3	64,1	63,8
0,54	63,6	63,4	63,1	62,9	62,7	62,4	62,2	62,0	61,7	61,5
0,55	61,3	61,1	60,9	60,6	60,4	60,2	60,0	59,8	59,6	59,3
0,56	59,1	58,9	58,7	58,5	58,3	58,1	57,9	57,7	57,5	57,3
0,57	57,1	56,9	56,7	56,5	56,3	56,1	55,9	55,7	55,5	55,3
0,58	55,1	54,9	54,7	54,6	54,4	54,2	54,0	53,8	53,6	53,4
0,59	53,3	53,1	52,9	52,7	52,6	52,4	52,2	52,0	51,9	51,7
0,60	51,5	51,3	51,2	51,0	50,8	50,7	50,5	50,3	50,2	50,0
0,61	49,8	49,7	49,5	49,4	49,2	49,0	48,9	48,7	48,6	48,4
0,62	48,2	48,1	47,9	47,8	47,6	47,5	47,3	47,2	47,0	46,9
0,63	46,7	46,6	46,4	46,3	46,1	46,0	45,8	45,7	45,6	45,4
0,64	45,3	45,1	45,0	44,8	44,7	44,6	44,4	44,3	44,2	44,0

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 171 (continuare)

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,65	43,9	43,8	43,6	43,5	43,4	43,2	43,1	43,0	42,8	42,7
0,66	42,6	42,4	42,3	42,2	42,1	41,9	41,8	41,7	41,6	41,4
0,67	41,3	41,2	41,1	40,9	40,8	40,7	40,6	40,5	40,3	40,2
0,68	40,1	40,0	39,9	39,8	39,6	39,5	39,4	39,3	39,2	39,1
0,69	39,0	38,8	38,7	38,6	38,5	38,4	38,3	38,3	38,1	38,0
0,70	38,7	37,7	37,6	37,5	37,4	37,3	37,2	37,1	37,0	36,9
0,71	36,8	36,7	36,6	36,5	36,4	36,3	36,2	36,1	36,0	35,9
0,72	35,8	35,7	35,6	35,5	35,4	35,3	35,2	35,1	35,0	34,9
0,73	34,8	34,7	34,6	34,5	34,4	34,3	34,2	34,1	34,0	34,0
0,74	33,9	33,8	33,7	33,6	33,5	33,4	33,3	33,2	33,1	33,1
0,75	33,0	32,9	32,8	32,7	32,6	32,5	32,4	32,4	32,3	32,2
0,76	32,1	32,0	31,9	31,8	31,8	31,7	31,6	31,5	31,4	31,4
0,77	31,3	31,2	31,1	31,0	30,9	30,9	30,8	30,7	30,7	30,6
0,78	30,5	30,4	30,3	30,3	30,2	30,1	30,0	29,9	29,9	29,8
0,79	29,7	29,6	29,6	29,5	29,4	29,3	29,3	29,2	29,1	29,1
0,80	29,0	28,9	28,8	28,8	28,7	28,7	28,6	28,5	28,4	28,3
0,81	28,3	28,2	28,1	28,0	28,0	27,9	27,8	27,8	27,7	27,7
0,82	27,6	27,5	27,4	27,4	27,3	27,3	27,2	27,1	27,0	27,0
0,83	26,9	26,8	26,8	26,7	26,7	26,7	26,5	26,5	26,4	26,3
0,84	26,3	26,2	26,2	26,1	26,0	26,0	25,9	25,8	25,8	25,7
0,85	25,7	25,6	25,6	25,5	25,4	25,4	25,3	25,3	25,2	25,1

Scanned with OKEN Scanner

0,86	25,1	25,0	25,0	24,9	24,8	24,8	24,7	24,7	24,6	24,6
0,87	24,5	24,4	24,4	24,3	24,3	24,2	24,2	24,1	24,1	24,0
0,88	24,0	23,9	23,8	23,8	23,7	23,7	23,6	23,6	23,5	23,5
0,89	23,4	23,4	23,3	23,3	23,2	23,2	23,1	23,0	23,0	22,9
0,90	22,9	22,8	22,8	22,7	22,7	22,6	22,6	22,5	22,5	22,4
0,91	22,4	22,3	22,3	22,3	22,2	22,2	22,1	22,1	22,0	22,0
0,92	21,9	21,9	21,8	21,8	21,7	21,7	21,6	21,6	21,5	21,5
0,93	21,4	21,4	21,4	21,3	21,3	21,2	21,2	21,1	21,1	21,0
0,94	21,0	20,9	20,9	20,8	20,8	20,8	20,7	20,7	20,6	20,6
0,95	20,5	20,5	20,5	20,4	20,4	20,3	20,3	20,2	20,2	20,2
0,96	20,1	20,1	20,0	20,0	19,96	19,91	19,87	19,83	19,79	19,75
0,97	19,71	19,67	19,63	19,59	19,55	19,51	19,47	19,43	19,39	19,35
0,98	19,31	19,27	19,23	19,19	19,15	19,11	19,07	19,04	19,00	18,96
0,99	18,92	18,88	18,84	18,81	18,77	18,73	18,69	18,66	18,62	18,58
1,00	18,54	18,51	18,47	18,43	18,39	18,36	18,32	18,29	18,25	18,21
1,01	18,18	18,14	18,11	18,07	18,04	18,00	17,96	17,93	17,89	17,86
1,02	17,83	17,79	17,76	17,72	17,69	17,65	17,62	17,58	17,55	17,51
1,03	17,48	17,45	17,41	17,38	17,34	17,31	17,28	17,24	17,21	17,17
1,04	17,14	17,11	17,08	17,05	17,01	16,98	16,95	16,92	16,88	16,85
1,05	16,82	16,79	16,76	16,72	16,69	16,66	16,63	16,59	16,56	16,53
1,06	16,50	16,47	16,44	16,41	16,38	16,35	16,32	16,29	16,26	16,23
1,07	16,20	16,17	16,14	16,11	16,08	16,05	16,02	15,99	15,96	15,93
1,08	15,90	15,87	15,84	15,81	15,78	15,75	15,72	15,69	15,67	15,64
1,09	15,61	15,58	15,55	15,52	15,49	15,47	15,44	15,41	15,38	15,35

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 171 (continuare)

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
1,10	15,33	15,30	15,27	15,24	15,22	15,19	15,16	15,13	15,11	15,08
1,11	15,05	15,02	14,99	14,97	14,94	14,92	14,89	14,86	14,84	14,81
1,12	14,78	14,76	14,73	14,70	14,68	14,65	14,63	14,60	14,57	14,55
1,13	14,52	14,49	14,47	14,45	14,42	14,39	14,37	14,35	14,32	14,29
1,14	14,27	14,24	14,22	14,19	14,17	14,14	14,12	14,09	14,07	14,05
1,15	14,02	13,99	13,97	13,95	13,93	13,90	13,88	13,85	13,83	13,81
1,16	13,78	13,76	13,73	13,71	13,69	13,66	13,64	13,62	13,59	13,57
1,17	13,54	13,52	13 50	13,48	13,45	13,43	13,41	13,39	13,37	13,34
1,18	13,32	13,29	13,27	13,25	13,23	13,21	13,19	13,16	13,14	13,12
1,19	13,10	13,07	13,05	13,03	13,01	12,99	12,96	12,94	12,92	12,90
1,20	12,88	12,86	12,84	12,81	12,79	12,77	12,75	12,73	12,71	12,69
1,21	12,67	12,64	12,62	12,60	12,58	12,56	12,54	12,52	12,50	12,48
1,22	12,46	12,44	12,42	12,40	12,38	12,36	12,34	12,32	12,30	12,28
1,23	12,26	12,24	12,22	12,19	12,18	12,16	12,14	12,12	12,10	12,08
1,24	12,06	12,04	12,02	12,00	11,98	11,96	11,94	11,92	11,91	11,89
1,25	11,87	11,85	11,83	11,81	11,79	11,77	11,75	11,73	11,71	11,69
1,26	11,68	11,66	11,64	11,62	11,61	11,59	11,57	11,55	11,54	11,52
1,27	11,50	11,48	11,46	11,44	11,42	11,40	11,39	11,37	11,35	11,33
1,28	11,32	11,30	11,28	11,26	11,25	11,23	11,21	11,19	11,18	11,16
1,29	11,14	11,12	11,11	11,09	11,07	11,06	11,04	11,02	11,01	10,99
1.30	10,97	10,95	10,94	10,92	10,91	10,89	10,87	10,85	10,84	10,82

Scanned with OKEN Scanner

1,31	10,80	10,79	10,77	10,75	10,74	10,72	10,70	10,68	10,66	10,65
1,32	10,64	10,62	10,61	10,59	10,58	10,56	10,55	10,53	10,51	10,49
1,33	10,48	10,46	10,45	10,44	10,42	10,40	10,39	10,37	10,36	10,34
1,34	10,33	10,31	10,29	10,28	10,27	10,25	10,24	10,22	10,21	10,19
1,35	10,18	10,16	10,15	10,13	10,12	10,10	10,09	10,07	10,06	10,04
1,36	10,03	10,01	10,00	9,98	9,97	9,95	9,94	9,92	9,91	9,89
1,37	9,88	9,87	9,85	9,84	9,82	9,81	9,79	9,78	9,77	9,75
1,38	9,74	9,72	9,71	9,70	9,68	9,67	9,65	9,64	9,63	9,61
1,39	9,60	9,58	9,57	9,56	9,54	9,53	9,52	9,50	9,49	9,47
1,40	9,46	9,45	9,43	9,42	9,41	9,39	9,38	9,37	9,35	9,34
1,41	9,33	9,31	9,30	9,29	9,27	9,26	9,25	9,24	9,22	9,21
1,42	9,20	9,18	9,17	9,16	9,15	9,13	9,12	9,11	9,09	9,08
1,43	9,07	9,06	9,04	9,03	9,02	9,01	8,99	8,98	8,97	8,96
1,44	8,94	8,93	8,92	8,91	8,89	8,88	8,87	8,86	8,84	8,83
1,45	8,82	8,81	8,80	8,78	8,77	8,76	8,75	8,74	8,72	8,71
1,46	8,70	8,69	8,68	8,66	8,65	8,64	8,63	8,62	8,60	8,59
1,47	8,58	8,57	8,56	8,55	8,54	8,52	8,51	8,50	8,49	8,48
1,48	8,47	8,45	8,44	8,43	8,42	8,41	8,40	8,39	8,38	8,36
1,49	8,35	8,34	8,33	8,32	8,31	8,30	8,29	8,27	8,26	8,25
1,50	8,24	8,23	8,22	8,21	8,20	8,19	8,18	8,17	8,15	8,14
1,51	8,13	8,12	8,11	8,10	8,09	8,08	8,07	8,06	8,05	8,04
1,52	8,03	8,02	8,01	7,99	7,98	7,97	7,96	7,95	7,94	7,93
1,53	7,92	7,91	7,90	7,89	7,88	7,87	7,86	7,85	7,84	7,83
1,54	7,82	7,81	7,80	7,79	7,78	7,77	7,76	7,75	7,74	7,73

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 171 (continuare)

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
1,55	7,72	7,71	7,70	7,69	7,68	7,67	7,66	7,65	7,64	7,63
1,56	7,62	7,61	7,60	7,59	7,58	7,57	7,56	7,55	7,54	7,53
1,57	7,52	7,51	7,50	7,49	7,49	7,48	7,47	7,47	7,45	7,44
1,58	7,43	7,42	7,41	7,40	7,39	7,38	7,37	7,36	7,35	7,34
1,59	7,34	7,33	7,32	7,31	7,30	7,29	7,28	7,27	7,26	7,25
1,60	7,24	7,23	7,23	7,22	7,21	7,20	7,19	7,18	7,17	7,16
1,61	7,15	7,15	7,14	7,13	7,12	7,11	7,10	7,09	7,08	7,07
1,62	7,07	7,06	7,05	7,04	7,03	7,02	7,01	7,01	7,00	6,99
1,63	6,98	6,97	6,96	6,95	6,95	6,94	6,93	6,92	6,91	6,90
1,64	6,90	6,89	6,88	6,87	6,86	6,85	6,84	6,84	6,83	6,82
1,65	6,81	6,80	6,80	6,79	6,78	6,77	6,76	6,75	6,75	6,74
1,66	6,73	6,72	6,71	6,71	6,70	6,69	6,68	6,67	6,66	6,66
1,67	6,65	6,64	6,63	6,63	6,62	6,61	6,60	6,59	6,59	6,58
1,68	6,57	6,56	6,56	6,55	6,54	6,53	6,52	6,52	6,51	6,50
1,69	6,49	6,49	6,48	6,47	6,46	6,45	6,45	6,44	6,43	6,42
1,70	6,42	6,41	6,40	6,39	6,39	6,38	6,37	6,36	6,36	6,35
1,71	6,34	6,33	6,33	6,32	6,31	6,31	6,30	6,29	6,28	6,28
1,72	6,27	6,26	6,25	6,25	6,24	6,23	6,22	6,22	6,21	6,20
1,73	6,20	6,19	6,18	6,17	6,17	6,16	6,15	6,15	6,14	6,13
1,74	6,13	6,12	6,11	6,10	6,10	6,09	6,08	6,08	6,07	6,06
1,75	6,06	6,05	6,04	6,03	6,03	6,02	6,01	6,01	6,00	5,99

Scanned with OKEN Scanner

1,76	5,99	5,98	5,97	5,97	5,96	5,95	5,95	5,94	5,93	5,93
1,77	5,92	5,91	5,91	5,90	5,89	5,89	5,88	5,87	5,87	5,86
1,78	5,85	5,85	5,84	5,83	5,83	5,82	5,81	5,81	5,80	5,80
1,79	5,79	5,78	5,77	5,77	5,76	5,76	5,75	5,74	5,74	5,73
1,80	5,72	5,72	5,71	5,70	5,70	5,69	5,68	5,68	5,67	5,67
1,81	5,66	5,65	5,65	5,64	5,64	5,63	5,62	5,62	5,61	5,60
1,82	5,60	5,59	5,59	5,58	5,57	5,57	5,56	5,56	5,55	5,54
1,83	5,54	5,53	5,53	5,52	5,51	5,51	5,50	5,50	5,49	5,48
1,84	5,48	5,47	5,47	5,46	5,45	5,45	5,44	5,44	5,43	5,42
1,85	5,42	5,41	5,41	5,40	5,40	5,39	5,38	5,38	5,37	5,37
1,86	5,36	5,35	5,35	5,34	5,34	5,33	5,33	5,32	5,31	5,31
1,87	5,30	5,30	5,29	5,29	5,28	5,27	5,27	5,26	5,26	5,25
1,88	5,25	5,24	5,24	5,23	5,22	5,22	5,21	5,21	5,20	5,20
1,89	5,19	5,19	5,18	5,17	5,17	5,16	5,16	5,15	5,15	5,14
1,90	5,14	5,13	5,13	5,12	5,12	5,11	5,10	5,10	5,09	5,09
1,91	5,08	5,08	5,07	5,07	5,06	5,06	5,05	5,05	5,04	5,04
1,92	5,03	5,03	5,02	5,01	5,01	5,00	5,00	4,99	4,99	4,98
1,93	4,98	4,97	4,97	4,96	4,96	4,95	4,95	4,94	4,94	4,93
1,94	4,93	4,92	4,92	4,91	4,91	4,90	4,90	4,89	4,89	4,88
1,95	4,88	4,87	4,87	4,86	4,86	4,85	4,85	4,84	4,84	4,83
1,96	4,83	4,82	4,82	4,81	4,81	4,80	4,80	4,79	4,79	4,78
1,97	4,78	4,77	4,77	4,76	4,76	4,75	4,75	4,74	4,74	4,73
1,98	4,73	4,73	4,72	4,72	4,71	4,71	4,70	4,70	4,69	4,69
1,99	4,68	4,68	4,67	4,67	4,66	4,66	4,65	4,65	4,65	4,64
2,00	4,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 172

Duritate Vickers, sarcina 20 kgf

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,15	1 649	1 627	1 605	1 584	1 564	1 544	1 524	1 505	1 486	1 467
0,16	1 449	1 431	1 413	1 396	1 379	1 362	1 346	1 330	1 314	1 299
0,17	1 283	1 268	1 254	1 239	1 225	1 211	1 197	1 184	1 171	1 158
0,18	1 145	1 132	1 120	1 107	1 095	1 084	1 072	1 061	1 049	1 038
0,19	1 027	1 017	1 006	996	985	975	965	956	946	937
0,20	927	918	909	900	891	883	874	866	857	849
0,21	841	833	825	818	810	802	795	788	780	773
0,22	766	759	753	746	739	733	726	720	713	707
0,23	701	695	689	683	677	672	666	660	655	649
0,24	644	639	633	628	623	618	613	608	603	598
0,25	593	588	584	579	575	571	566	562	557	553
0,26	549	544	540	536	532	528	524	520	516	513
0,27	509	505	502	498	494	490	487	483	480	476
0,28	473	470	466	463	460	457	453	450	447	444
0,29	441	438	435	432	429	426	423	420	418	415

Scanned with OKEN Scanner

0,30	412	409	407	404	401	399	396	394	391	388
0,31	386	383	381	379	376	374	371	369	367	365
0,32	362	360	358	355	353	351	349	347	345	343
0,33	341	339	337	335	333	331	329	327	325	323
0,34	321	319	317	315	313	312	310	308	306	305
0,35	303	301	300	298	296	294	293	291	289	288
0,36	286	285	284	282	280	278	277	275	274	273
0,37	271	269	268	267	265	264	262	261	260	258
0,38	257	256	254	253	252	250	249	248	246	245
0,39	244	243	241	240	239	238	237	235	234	233
0,40	232	231	230	228	227	226	225	224	223	222
0,41	221	220	218	217	216	215	214	213	212	211
0,42	210	209	208	207	206	205	204	203	203	202
0,43	201	200	199	198	197	196	195	194	193	192
0,44	191	191	190	189	188	187	187	186	185	184
0,45	183	182	182	181	180	179	178	178	177	176
0,46	175	175	174	173	172	172	171	170	169	169
0,47	168	167	166	166	165	164	164	163	162	162
0,48	161	160	160	159	158	158	157	156	156	155
0,29	155	154	153	153	152	151	151	150	150	149
0,50	148	148	147	147	146	145	145	144	143	143

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 172 (continuare)

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,51	143	142	142	141	140	140	139	139	138	138
0,52	137	137	136	136	135	135	134	134	133	133
0,53	132	132	131	131	130	130	129	129	128	128
0,54	127	127	126	126	125	125	124	124	124	123
0,55	123	122	122	122	121	120	120	120	119	119
0,56	118	118	117	117	117	116	116	115	115	115
0,57	114	114	113	113	113	112	112	111	111	111
0,58	110	110	110	109	109	108	108	108	107	107
0,59	107	106	106	106	105	105	104	104	104	103
0,60	103	103	102	102	102	101	101	101	100	100
0,61	100	99,3	99,0	98,7	98,4	98,0	98,7	97,4	97,1	96,8
0,62	96,5	96,2	95.9	95,6	95,3	94,9	94,6	94,3	94,0	93,7
0,63	93,4	93,2	92,9	92,6	92,3	92,0	91,7	91,4	91,1	90,8
0,64	90,6	90,3	90,0	89,7	89,4	89,2	88,9	88,6	88,3	88,1
0,65	87,8	87,5	87,2	87,0	86,7	86,5	86,2	85,9	85,7	85,4
0,66	85,1	84,9	84,6	84,4	84,1	83,9	83,6	83,4	83,1	82,9
0,67	82,6	82,4	82,1	81,9	81,6	81,4	81,2	80,9	80,7	80,4
0.68	80,2	80,0	79,8	79,5	79,3	79,0	78,8	78,6	78,4	78,1

Scanned with OKEN Scanner

0,69	77,9	77,7	77,5	77,2	77,0	76,8	76,6	76,3	76,1	75,9
0,70	75,7	75,5	75,3	75,0	74,8	74,6	74,4	74,2	74,0	73,8
0,71	73,6	73,4	73,2	73,0	72,8	72,5	72,3	72,1	71,9	71,7
0,72	71,5	71,3	71,2	71,0	70,8	70,6	70,4	70,2	70,0	69,8
0,73	69,6	69,4	69,2	69,0	68,8	68,7	68,5	68,3	68,1	67,9
0,74	67,7	67,5	67,4	67,2	67,0	66,8	66,6	66,5	66,3	66,1
0,75	65,9	65,8	65,6	65,4	65,2	65,1	64,9	64,7	64,6	64,4
0,76	64,2	64,0	63,9	63,7	63,5	63,4	63,2	63,0	62,9	62,7
0,77	62,6	62,4	62,2	62,0	61,9	61,8	61,6	61,4	61,3	61,1
0,78	61,0	60,8	60,7	60,5	60,3	60,2	60,0	59,9	59,7	59,6
0,79	59,4	59,3	59,1	59,0	58,8	58,7	58,5	58,4	58,2	58,1
0,80	58,0	57,8	57,6	57,5	57,4	57,2	57,1	57,0	56,8	56,7
0,81	56,5	56,4	56,3	56,1	56,0	55,8	55,7	55,6	55,4	55,3
0,82	55,2	55,0	54,9	54,8	54,6	54,5	54,4	54,2	54,1	54,0
0,83	53,8	53,7	53,6	53,5	53,3	53,2	53,1	52,9	52,8	52,7
0,84	52,6	52,5	52,3	52,2	52,1	51,9	51,8	51,7	51,6	51,5
0,85	51,4	51,2	51,1	51,0	50,8	50,7	50,6	50,5	50,4	50,5
0,86	50,2	50,0	49,9	49,8	49,7	49,6	49,5	49,3	49,2	49,1
0,87	49,0	48,9	48,8	48,7	48,6	48,4	48,3	48,2	48,1	48,0
0,88	47,9	47,8	47,7	47,6	47,5	47,4	47,2	47,1	47,0	46,9
0,89	46,8	46,7	46,5	46,5	46,4	46,3	46,2	46,1	46,0	45,9
0,90	45,8	45,7	45,6	45,5	45,4	45,3	45,2	45,1	45,0	44,9

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 173

Duritate Vickers, sarcina 30 kgf

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,19	1 541	1 525	1 509	1 493	1 478	1 463	1 448	1 433	1 419	1 405
0,20	1 391	1 377	1 363	1 350	1 337	1 324	1 311	1 298	1 286	1 274
0,21	1 261	1 250	1 238	1 226	1 215	1 203	1 192	1 181	1 171	1 160
0,22	1 149	1 139	1 129	1 119	1 109	1 099	1 089	1 080	1 070	1 061
0,23	1 052	1 043	1 034	1 025	1 016	1 007	999	990	982	974
0,24	966	958	950	942	934	927	919	912	905	897
0,25	890	883	876	869	862	856	849	842	836	829
0,26	823	817	810	804	798	792	786	780	775	769
0,27	763	757	752	746	741	736	730	725	720	715
0,28	710	705	700	695	690	685	680	675	671	666
0,29	661	657	652	648	644	639	635	631	626	622
0,30	618	614	610	606	602	598	594	590	586	583
0,31	579	575	571	568	564	561	557	554	550	547
0,32	543	540	537	533	530	527	523	520	517	514
0,33	511	508	505	502	499	496	493	490	487	484
0,34	481	478	476	473	470	467	465	462	459	457
0,35	454	451	449	446	444	441	439	436	434	432
0,36	429	427	425	422	420	418	415	413	411	409
0,37	406	404	402	400	398	396	393	391	389	387
0,38	385	383	381	379	377	375	373	371	370	368
0,39	366	364	362	360	358	357	355	353	351	349

Scanned with OKEN Scanner

0,40	348	346	344	343	341	339	337	336	334	333
0,41	331	329	328	326	325	323	321	320	318	317
0,42	315	314	312	311	309	308	307	305	304	302
0,43	301	299	298	297	295	294	293	291	290	289
0,44	287	286	285	283	282	281	280	278	277	276
0,45	275	274	272	271	270	269	268	266	265	264
0,46	263	262	261	260	258	257	256	255	254	253
0,47	252	251	250	249	248	247	246	245	244	243
0,48	242	241	240	239	238	237	236	235	234	233
0,49	232	231	230	229	228	227	226	225	224	224
0,50	223	222	221	220	219	218	217	216	216	215
0,51	214	213	212	211	211	210	209	208	207	207
0,52	206	205	204	203	203	202	201	200	200	199
0,53	198	197	197	196	195	194	194	193	192	191
0,54	191	190	189	189	188	187	187	186	185	185
0,55	184	183	183	182	181	181	180	179	179	178
0,56	177	177	176	176	175	174	174	173	172	172
0,57	171	171	170	169	169	168	168	167	167	166
0,58	165	165	164	164	163	163	162	161	161	160
0,59	160	159	159	158	158	157	157	156	156	155
0,60	155	154	154	153	152	152	151	151	150	150
0,61	150	149	149	148	148	147	147	146	146	145
0,62	145	144	144	143	143	142	142	142	141	141
0,63	140	140	139	139	138	138	138	137	137	136

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 173 (continuare)

Diagonala urmei mm	0,000	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,64	136	135	135	135	134	134	133	133	132	132
0,65	132	131	131	130	130	130	129	129	128	128
0,66	128	127	127	127	126	126	125	125	125	124
0,67	124	124	123	123	122	122	122	121	121	121
0,68	120	120	120	119	119	119	118	118	118	117
0,69	117	117	116	116	116	115	115	115	114	114
0,70	114	113	113	113	112	112	112	111	111	111
0,71	110	110	110	109	109	109	109	108	108	108
0,72	107	107	107	106	106	106	106	105	105	105
0,73	104	104	104	104	103	103	103	102	102	102
0,74	102	101	101	101	101	100	100	99,7	99,4	99,2
0,75	98,9	98,6	98,4	98,1	97,9	97,6	97,3	97,1	96,8	96,6
0,76	96,3	96,1	95,8	95,6	95,3	95,1	94,8	94,6	94,3	94,1
0,77	93,8	93,6	93,3	93,1	92,9	92,6	92,4	92,1	91,9	91,7
0,78	91,4	91,2	91,0	90,7	90,5	90,3	90,0	89,8	89,6	89,4
0,79	89,1	88,9	88,7	88,5	88,2	88,0	87,8	87,6	87,4	87,1
0,80	86,9	86,7	86,5	86,3	86,1	85,8	85,6	85,4	85,2	85,0
0,81	84,8	84,6	84,4	84,2	84,0	83,8	83,5	83,3	83,1	82,9
0,82	82,7	82,5	82,3	82,1	81,9	81,7	81,5	81,3	81,1	80,9
0,83	80,8	80,6	80,4	80,2	80,0	79,8	79,6	79,4	79,2	79,0
0,84	78,8	78,7	78,5	78,3	78,1	77,9	77,7	77,5	77,4	77,2

Scanned with OKEN Scanner

0,85	77,0	76,8	76,6	76,5	76,3	76,1	75,9	75,7	75,6	75,4
0,86	75,2	75,0	74,9	74,7	74,5	74,4	74,2	74,0	73,8	73,7
0,87	73,5	73,3	73,2	73,0	72,8	72,7	72,5	72,3	72,2	72,0
0,88	71,8	71,7	71,5	71,4	71,2	71,0	70,9	70,7	70,5	70,4
0,89	70,2	70,1	69,9	69,8	69,6	69,4	69,3	69,1	69,0	68,8
0,90	68,7	68,5	68,4	68,2	68,1	67,9	67,8	67,6	67,5	67,3
0,91	67,2	67,0	66,9	66,7	66,6	66,4	66,3	66,2	66,0	65,9
0,92	65,7	65,6	65,4	65,3	65,2	65,0	64,9	64,7	64,6	64,5
0,93	64,3	64,2	64,0	63,9	63,8	63,6	63,5	63,4	63,2	63,1
0,94	63,0	62,8	62,7	62,6	62,4	62,3	62,2	62,0	61,9	61,8
0,95	61,6	61,5	61,4	61,3	61,1	61,0	60,9	60,7	60,6	60,5
0,96	60,4	60,2	60,1	60,0	59,9	59,7	59,6	59,5	59,4	59,2
0,97	59,1	59,0	58,9	58,8	58,6	58,5	58,4	58,3	58,2	58,0
0,98	57,9	57,8	57,7	57,6	57,4	57,3	57,2	57,1	57,0	56,9
0,99	56,8	56,6	56,5	56,4	56,3	56,2	56,1	56,0	55,9	55,7
1,00	55,6	55,5	55,4	55,3	55,2	55,1	55,0	54,9	54,8	54,6
1,01	54,5	54,4	54,3	54,2	54,1	54,0	53,9	53,8	53,7	53,6
1,02	53,5	53,4	53,3	53,2	53,1	53,0	52,8	52,7	52,6	52,5
1,03	52,4	52,3	52,2	52,1	52,0	51,9	51,8	51,7	51,6	51,5
1,04	51,4	51,3	51,2	51,1	51,0	50,9	50,8	50,7	50,6	50,5
1,05	50,5	50,4	50,3	50,2	50,1	50,0	49,9	49,8	49,7	49,6
1,06	49,5	49,4	49,3	49,2	49,1	49,0	49,0	48,9	48,8	48,7
1,07	48,6	48,5	48,4	48,3	48,2	48,1	48,1	48,0	47,9	47,8
1,08	47,7	47,6	47,5	47,4	47,3	47,3	47,2	47,1	47,0	46,9
1,09	46,8	46,7	46,6	46,6	46,5	46,4	46,3	46,2	46,1	46,1
1,10	46,1	45,9	45,8	45,7	45,6	45,6	45,5	45,4	45,3	45,2
1,11	45,2	45,1	45,0	44,9	44,8	44,7	44,7	44,6	44,5	44,4

Scanned with OKEN Scanner

Duroscoape: aparate cu percutor oscilant pentru determinarea durității după metoda dinamică-elastică, dispozitivul de măsurare constînd dintr-un ac indicator-remorcă, antrenat de percutor în cursa de ricoșare și dintr-un sector cu scară gradată. Eroarea maximă de justețe: ± 2,5 unități *HE*; eroarea maximă de fidelitate: 5 unități *HE*. Verificările se fac inițial și la doi ani, după aceleași instrucțiuni ca la scleroscoape.

Durometre Shore A: aparate pentru determinarea durității cauciucului bazate pe principiul realizării unei egalizări între forța de pătrundere cu care un resort tarat apasă un penetrator pe suprafața unei piese de cauciuc, duritatea materialului determinîndu-se din deformația resortului exprimată în unități convenționale ale unui domeniu 0...100, duritatea zero Shore A corespunzînd unui material cu modulul de elasticitate nul, iar duritatea 100, unui material cu modulul de elasticitate infinit; penetratorul trebuie să aibă o cursă de 25,4 mm pentru întreaga scară 0...100 unități sau proporțională cu scara, exemplu de 1,254 mm pentru scara 30...90 unități. Eroarea tolerată la forțele nominale: ± 4 gf la cele noi și ± 8 gf la cele în uz, pentru oricare punct al scării; eroarea tolerată la cursa penetratorului: ± 0,012 mm pentru cele noi și ± 0,025 mm la cele în uz; diviziunea scării: 5 unități Shore A. Verificările se fac inițial și la doi ani conform Instrucțiunilor 182-63, marca aplicîndu-se pe ceara care acoperă șurubul de reglaj al tensiunii resortului.

Aparate de încercare a microdurității cu piramida de diamant au același principiu de funcționare ca aparatele de încercări statice, penetratorul fiind o piramidă dreaptă de diamant cu baza pătrată și unghiul diedru al fețelor opuse, de 136°. Pentru indicarea micro-durității se folosește simbolul *H* completat cu indicația sarcinii de încercare sau al lungimii diagonalei de referință. Ex.: 950 H_{50} (H_{50} = 910 kgf/mm²); 835H_{10} µm (H_{10}µm = 835 kgf/mm²). Calculul microdurității se face cu relația

$$H = 1{,}8544\ F/d^2,$$

în care *F* este sarcina, în kgf și *d* = diagonala urmei, în mm.

Pot fi cu greutăți aplicate direct, cu pîrghii și greutăți, cu arc elicoidal sau arc disc, măsurarea făcîndu-se cu microscop de măsurat uzual sau prin montare la un microscop metalografic. Mărimea ariei constituenților structurali în µm² ai suprafeței a cărei duritate se măsoară trebuie să fie un multiplu al ariei urmei respective, conform tabelei 174. Microdurităţile pentru diferite sarcini F și diagonale ale urmei în µm sînt indicate în tabelele 175 ...183.Se verifică inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din instrucțiunile 181-63, marcarea făcîndu-se cu aplicarea mărcii de cauciuc pe un loc vizibil.

Scanned with OKEN Scanner

Mărimea ariei constituenților structurali

Tabela 174

Aria constituienților μm^2	Sarcina maximă, în gf, pentru duritatea de			Sarcina gf	Aria minimă a constituienților, în $\mu\ m^2$, pentru duritatea de		
	100 *H*	400 *H*	900 *H*		100 *H*	400 *H*	900 *H*
10	0,17	0,69	1,5	1	58	14	6
50	0,85	3,4	7,7	10	582	145	64
100	1,7	6,9	15	20	1 164	291	129
300	5,1	20	46	50	2 910	727	323
500	8,5	34	77	100	5 821	1 544	646
1 000	17	68	154				
2 000	34	137	309				
4 000	68	274	618				
10 000	171	688	1 546				
20 000	343	1 374	3 090				

Tabela 175

Microduritatea, sarcina $F = 1$ gf

Diagonala urmei µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	1 854	464	206,1	115,9	74,2	51,5	37,8	29,0	22,9
10	18,5	15,3	12,9	11,0	9,46	8,24	7,24	6,42	5,72	5,14
20	4,64	4,21	3,83	3,51	3,22	2,97	2,74	2,54	2,36	2,21
30	2,06	1,93	1,81	1,70	1,60	1,51	1,43	1,35	1,28	1,22

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 176

Microduritatea, sarcina $F = 2$ gf

Diagonala urmei µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	3 708	928	412,2	281,8	148,0	103,0	75,7	58,0	45,8
10	37,1	30,7	25,8	21,9	18,9	16,5	14,5	12,8	11,4	10,3
20	9,27	8,41	7,66	7,01	6,44	5,94	5,49	5,09	4,73	4,41
30	4,12	3,86	3,62	3,41	3,21	3,03	2,86	2,71	2,57	2,44

Tabela 177

Microduritatea, sarcina $F = 5$ gf

Diagonala urmei µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	—	—	—	579	371	258	189	145	115
10	92,7	76,7	64,4	54,9	47,3	41,2	36,2	32,1	18,6	25,7
20	23,2	21,0	19,2	17,5	16,1	14,8	13,7	12,7	11,8	11,0
30	10,3	9,65	0,06	8,52	8,02	7,57	7,16	6,77	6,42	6,10
40	5,80	5,52	5,26	5,02	4,79	4,58	4,38	4,20	4,02	3,86
50	3,71	3,56	3,43	3,30	3,18	3,07	2,96	2,85	2,76	2,66

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 178

Microduritatea, sarcina $F = 10$ gf

Diagonala urmei µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	—	—	—	1 159	742	515	378	290	229
10	185	153	129	110	94,6	82,4	72,4	64,2	57,2	51,4
20	46,4	42,1	38,3	35,1	32,2	29,7	27,4	25,4	23,6	22,1
30	20,6	19,3	18,1	17,0	16,0	15,1	14,3	13,15	12,8	12,2
40	11,6	11,0	10,5	10,0	9,58	9,16	8,76	8,40	8,05	7,72
50	7,42	7,13	6,86	6,60	6,36	6,13	5,91	5,71	5,51	5,33

Tabela 179

Microduritatea, sarcina $F = 20$ gf

Diagonala urmei µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	—	—	—	2 818	1 480	1 030	757	580	458
10	371	307	258	219	189	165	145	128	114	103
20	92,7	84,1	76,6	70,1	64,4	59,4	54,9	50,9	47,3	44,1
30	41,2	38,6	36,2	34,1	32,1	30,3	28,6	27,1	25,7	24,4
40	23,2	22,1	21,0	20,1	19,2	18,3	17,5	16,8	16,1	15,4
50	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,4	11,0	10,7

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 180

Microduritatea, sarcina $F = 50$ gf

Diagonala urmei, µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	—	—	—	—	3710	2575	1892	1449	1145
10	927	766	644	549	473	412	362	321	286	257
20	232	210	192	175	161	148	137	127	118	110
30	103	96,5	90,6	85,2	80,2	75,7	71,6	67,7	64,2	61,0
40	58,0	55,2	52,6	50,2	47,9	45,8	43,8	42,0	40,3	38,6
50	37,1	35,6	34,3	33	31,8	30,6	29,6	28,5	27,6	26,6
60	25,8	24,9	24,1	23,4	22,6	22	21,3	20,6	20,1	19,5
70	18,9	18,4	17,9	17,4	16,9	16,5	16,1	15,6	15,2	14,9
80	14,5	14,1	13,8	13,5	13,1	12,8	12,5	12,2	12	11,7
90	11,4	11,2	11	10,7	10,5	10,3	10,1	—	—	—

Tabela 181

Microduritatea, sarcina $F = 100$ gf

Diagonala urmei, µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	—	—	—	—	—	—	3784	2897	2289
10	1854	1553	1288	1097	946	824	724	642	572	514
20	464	421	383	351	322	297	274	254	236	221
30	206	193	181	170	160	151	143	135	128	122
40	116	110	105	100	95,8	91,6	87,6	84	80,5	77,2
50	74,2	71,3	68,6	66	63,6	61,3	59,1	57,1	55,1	53,3
60	51,5	49,8	48,2	46,7	45,3	43,9	42,6	41,3	40,1	39
70	37,8	36,8	35,8	34,8	33,9	33	32,1	31,3	30,5	29,7
80	29	28,3	27,6	26,9	26,3	25,7	25,1	24,5	24	23,4
90	22,9	22,4	21,9	21,4	21	20,5	20,1	19,7	19,3	18,9
100	18,5	18,2	17,8	17,5	17,1	16,8	16,5	16,2	15,9	15,6
110	15,3	15,1	14,8	14,5	14,3	14	13,8	13,5	13,3	13,1
120	12,9	12,7	12,5	12,3	12,1	11,9	11,7	11,5	11,3	11,1
130	11	10,8	10,6	10,5	10,3	10,2	10	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 182

Microduritatea, sarcina $F = 200$ gf

Diagonala urmei µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	—	3 065	2 575	2 194	1 892	1 648	1 449	1 283	1 145	1 027
20	927	841	766	701	644	593	549	509	473	411
30	412	386	362	341	321	303	286	271	257	244
40	232	221	210	201	192	183	175	168	161	154
50	148	143	137	132	127	123	118	114	110	107
60	103	99,7	96,5	93,4	90,6	87,8	85,1	82,6	80,2	77,9
70	75,7	73,6	71,5	69,6	67,7	65,9	64,2	62,6	61	59,4
80	58	56,5	55,2	53,8	52,6	51,4	50,2	49	47,9	46,8
90	45,8	44,8	43,8	42,9	42	41,1	40,2	39,4	38,6	37,8
100	37,1	36,4	35,7	35	34,3	33,6	33	32,4	31,8	31,2
110	30,7	30,1	29,6	29	28,5	28	27,6	27,1	26,6	26,2
120	25,8	25,3	24,9	24,5	24,1	23,7	23,4	23	22,6	22,3
130	21,9	21,6	21,3	21	20,7	20,4	20,1	19,8	19,5	19,2
140	18,9	18,7	18,4	18,1	17,9	17,6	17,4	17,2	16,9	16,7
150	16,5	16,3	16,1	15,8	15,6	15,4	15,2	15	14,9	14,7
160	14,5	14,3	14,1	14	13,8	13,6	13,5	13,3	13,1	13
170	12,8	12,7	12,5	12,4	12,3	12,1	12	11,8	11,7	11,6
180	11,4	11,3	11,2	11,1	11	10,8	10,7	10,6	10,5	10,4
190	10,3	10,2	10,1	10	—	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 183

Microduritatea, sarcina $F = 500$ gf

Diagonala urmei µm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	—	—	—	—	—	—	—	3 208	2 862	2 568
20	2 318	2 102	1 915	1 752	1 610	1 483	1 372	1 272	1 183	1 103
30	1 030	965	906	852	802	757	716	677	642	610
40	580	552	526	502	479	458	438	420	402	386
50	371	356	343	330	318	307	296	285	276	266
60	258	249	241	234	226	220	213	207	201	195
70	189	184	179	174	169	165	161	156	152	149
80	145	141	138	135	131	128	125	123	120	117
90	114	112	110	107	105	103	101	98,5	96,5	94,6
100	92,7	90,9	89,1	87,4	85,7	84,1	82,5	81,0	79,5	78,0
110	76,6	75,3	73,9	72,6	71,3	70,1	68,9	67,7	66,6	65,5
120	64,4	63,3	62,3	61,3	60,3	59,5	58,4	57,5	56,6	55,7
130	54,9	54,0	53,2	52,4	51,6	50,9	50,1	49,4	48,7	48,0
140	47,3	46,6	46,0	45,3	44,7	44,1	43,5	42,9	42,3	41,8

Scanned with OKEN Scanner

150	41,2	40,7	40,1	39,6	39,1	38,6	38,1	37,6	37,1	36,7
160	36,2	35,8	35,3	34,9	34,5	34,1	33,6	33,3	32,9	32,5
170	32,1	31,7	31,3	31,0	30,6	30,3	30,0	29,6	29,3	28,9
180	28,6	28,3	28,0	27,7	27,4	27,1	26,8	26,5	26,2	26,0
190	25,7	25,4	25,2	24,9	24,6	24,4	24,1	23,9	23,6	23,4
200	23,2	22,9	22,7	22,5	22,3	22,1	21,9	21,6	21,4	21,2
210	21,0	20,8	20,6	20,4	20,3	20,1	19,9	19,7	19,5	19,3
220	19,2	19,0	18,8	18,7	18,5	18,3	18,2	18,0	17,8	17,7
230	17,5	17,4	17,2	17,1	16,9	16,8	16,7	16,5	16,4	16,2
240	16,1	16,0	15,8	15,7	15,6	15,4	15,4	15,2	15,1	15,0
250	14,8	14,7	14,6	14,5	14,4	14,3	14,1	14,0	13,9	13,8
260	13,7	13,6	13,5	13,4	13,3	13,2	13,1	13,0	12,9	12,8
270	12,7	12,6	12,5	12,4	12,3	12,26	12,2	12,1	12,0	11,9
280	11,8	11,7	11,66	11,6	11,5	11,4	11,3	11,26	11,2	11,1
290	11,0	11,0	10,9	10,8	10,7	10,66	10,6	10,5	10,4	10,37
300	10,3	10,2	10,16	10,1	10	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

D. *TRANSMITEREA UNITĂȚII DE FORȚĂ ȘI A UNITĂȚII DE DURITATE*

Unitatea de forță se transmite conform schemei din fig. 180. Unitatea de duritate se transmite conform schemei din fig. 181. În tabela 184 sînt indicate instrucțiunile de verificare din domeniul forțe-durități, în tabela 185 standardele apărute și în tabela 186 termenele de verificare.

3. PRESIUNEA

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI*

Presiune (p) — raportul dintre forță (f) și aria unei suprafețe (A) — forța fiind perpendiculară și uniform repartizată pe acea suprafață ($p = f/A$). În toate sistemele de mărimi este mărimea derivată. În sistemul S.I. și sistemele LMT, are dimensiunile $[p] = L^{-1} M.T.^{-2}$. În sistemul LFT, are dimensiunile $[p] = FL^{-2}$;

— *presiune absolută*: presiune pe care o suportă un corp considerată deasupra presiunii zero.

— *presiune relativă* (suprapresiune): diferența dintre presiunea pe care o suportă un corp și presiunea atmosferică;

— *presiune atmosferică*[1]): presiunea exercitată de atmosferă. Variază în funcție de condițiile atmosferice și de altitudine;

— presiune atmosferică normală (p_0): presiunea atmosferică considerată la latitudinea 45° la nivelul mării și la temperatura de zero grade, valoarea stabilită de cea de a X-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți (Paris 1954) fiind $p_0 = 1{,}013250$ bari;

— *presiune dinamică*: presiunea exercitată asupra unui obstacol plan de către un fluid;

— *presiune hidrostatică*: presiune exercitată de o coloană de lichid asupra unei suprafețe ($p = h \cdot \gamma$, în care h = înălțimea coloanei deasupra suprafeței și γ = greutatea specifică a lichidului).

Newton pe metru pătrat (N/m^2), unitate derivată în sistemul S.I. și M.K.S.: presiunea exercitată perpendicular de o forță de un newton uniform repartizată, pe aria de un metru pătrat; multiplu: pieza (pz) = stenă pe metru pătrat = 10^3 N/m^2;

— *Barie (barye)*, unitate derivată în sist. C.G.S.: presiunea exercitată perpendicular de o forță de o dină uniform repartizată pe aria de un centimetru patrat; multiplu: bar = 10^6 barie (1 N/m^2 = 10 barye);

---

[1]) Presiunea cu valori mai mici decît presiunea atmosferică se numește vacuum.

Scanned with OKEN Scanner

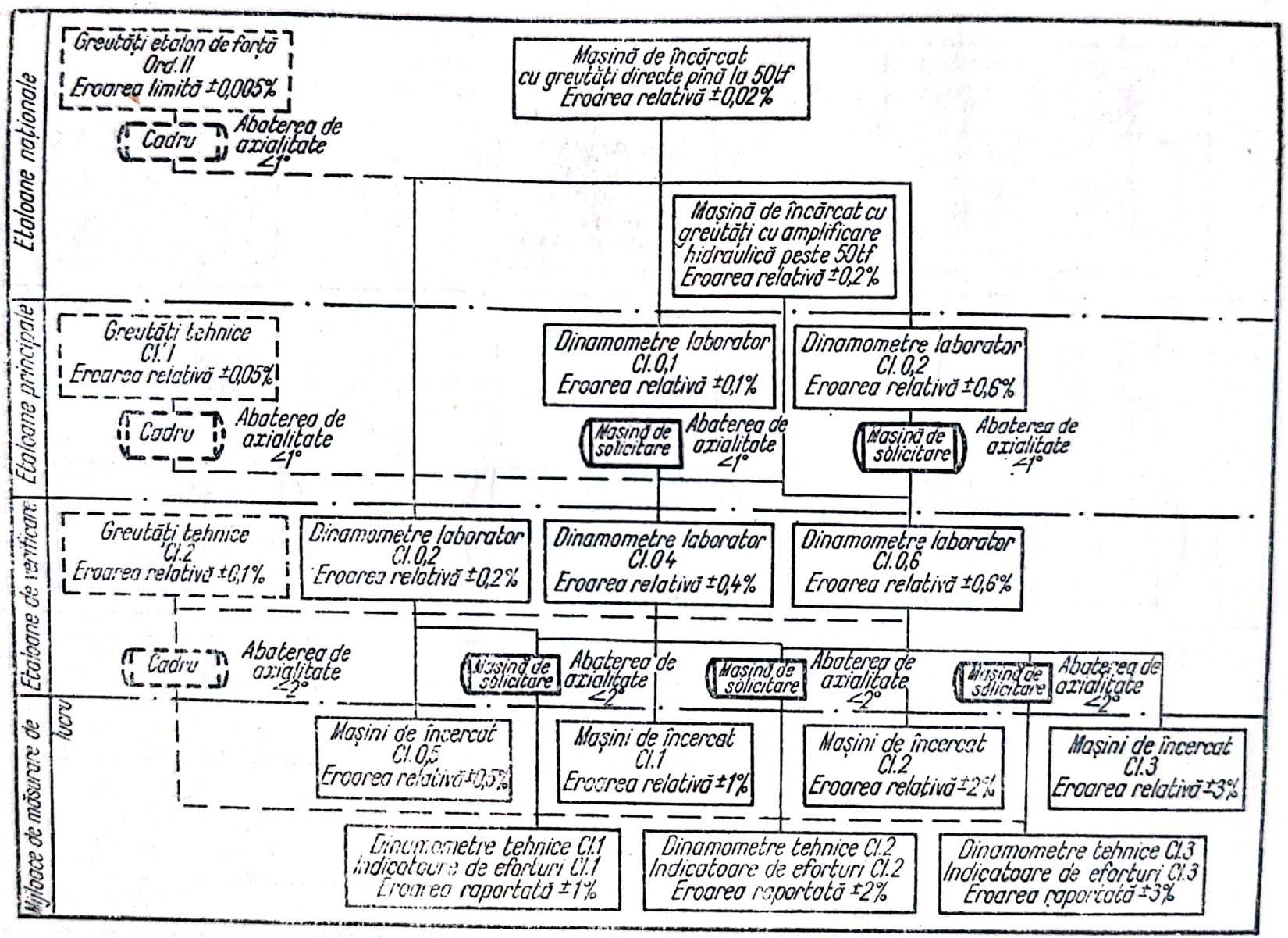


Fig. 180. Schema de principiu de transmitere a unității de forță

Scanned with OKEN Scanner

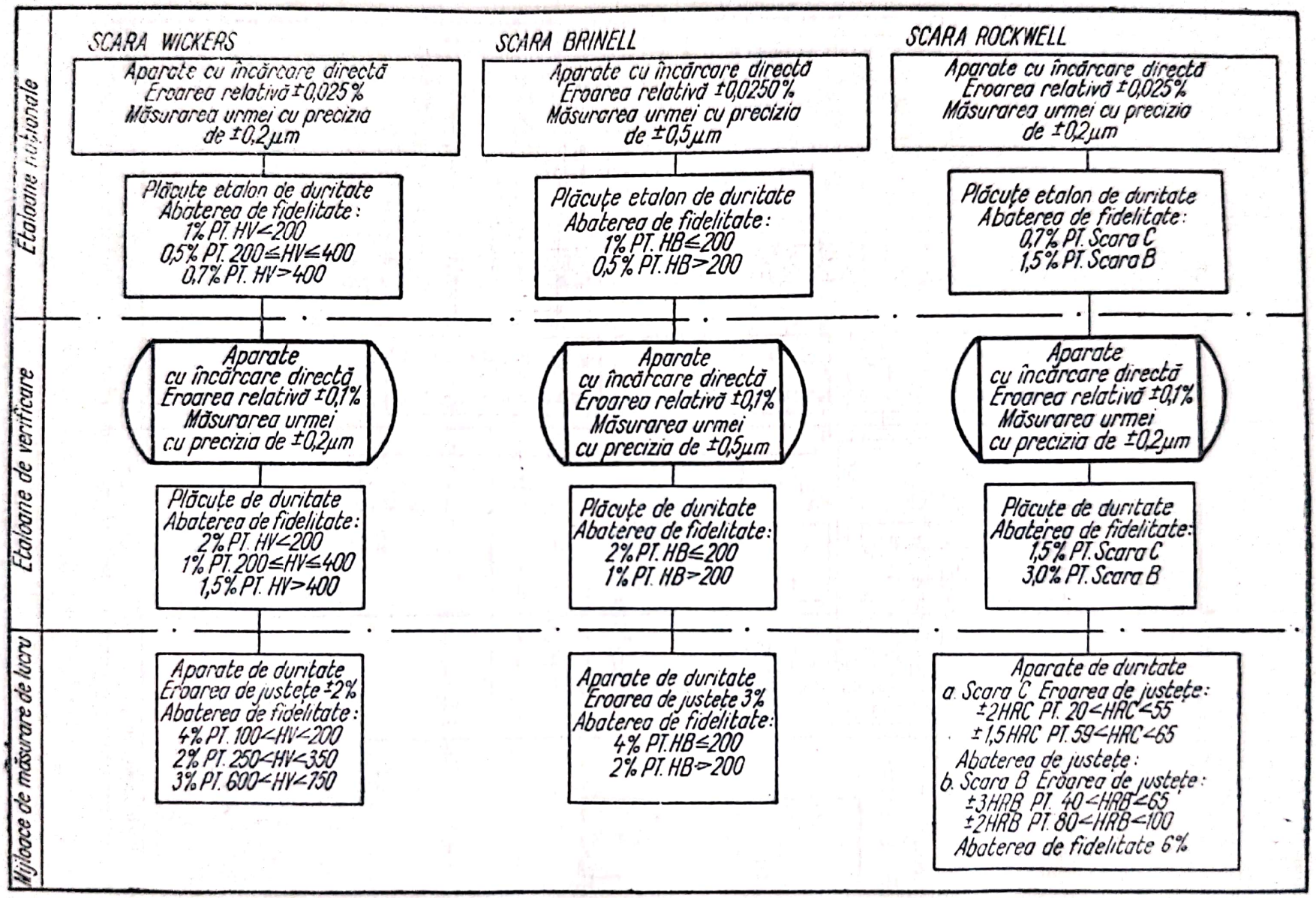


Fig. 181. Schema de principiu de transmitere a unității de duritate.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 184

Instrucţiuni pentru verificarea mijloacelor de măsurare a forţelor şi durităţilor apărute pînă la 01.01.1966

Nr. crt.	Titlul, numărul şi anul ultimei apariţii	Anul primei apariţii
1	Instrucţiuni 68–60 pentru verificarea aparatelor de încercare a durităţii după metoda Brinell	1955
2	Instrucţiuni 70–61 pentru verificarea torsiometrelor	1955
3	Instrucţiuni 83–62 pentru verificarea indicatoarelor hidraulice de eforturi pentru cabluri	1956
4	Instrucţiuni 84–60 pentru verificarea aparatelor pentru încercarea durităţii după metoda Vickers	1956
5	Instrucţiuni 85–60 pentru verificarea aparatelor pentru încercarea durităţii după metoda Rockwell	1956
6	Instrucţiuni 86–61 pentru verificarea aparatelor ciocan-pendul pentru încercarea la rezistenţă	1956
7	Instrucţiuni 91–61 pentru verificarea maşinilor de încercări mecanice la tracţiune şi a maşinilor universale	1956
8	Instrucţiuni 92–61 pentru verificarea maşinilor de încercare a materialelor la răsucire	1956
9	Instrucţiuni 97–62 pentru verificarea dinamometrelor de laborator cu element elastic	1956
10	Instrucţiuni 107–60 pentru verificarea aparatelor de încercare a durităţii prin metoda dinamică-elastică	1957
11	Instrucţiuni 108–61 pentru verificarea aparatelor de încercare statică la ambutisare	1957
12	Instrucţiuni 110–61 pentru verificarea aparatelor de încercat ţesăturile la tracţiune	1957
13	Instrucţiuni 112–61 pentru verificarea preselor de încercări la compresiune, flambaj şi încovoiere	1957
14	Instrucţiuni 113–61 pentru verificarea maşinilor de încercat firele la tracţiune	1957

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 184 (continuare)

Nr. cri.	Titlul, numărul şi anul ultimei apariţii	Anul pri mei apariţii
15	Instrucţiuni 118–61 pentru verificarea aparatelor de încercare la tracţiune a motoarelor de ciment (Frühling-Michaelis)	1957
16	Instrucţiuni 119–60 pentru verificarea plăcuţelor-etalon de duritate	1958
17	Instrucţiuni 120-60 pentru verificarea aparatelor de încercat duritatea prin metoda dinamică plastică	1958
18	Instrucţiuni 122–61 pentru verificarea maşinilor de încercări la oboseală prin încovoiere relativă	1958
19	Instrucţiuni 130–62 pentru verificarea dinamometrelor hidraulice	1958
20	Instrucţiuni 132–61 pentru verificarea maşinilor de încercări ale arcurilor	1958
21	Instrucţiuni 135–61 pentru verificarea aparatelor de încercare a elasticităţii segmenţilor pentru pistoane	1959
22	Instrucţiuni 136–61 pentru verificarea aparatelor de încercări mecanice ale nisipurilor de turnătorie	1959
23	Instrucţiuni 138–62 pentru verificarea indicatoarelor mecanice de eforturi pentru cabluri	1959
24	Instrucţiuni 147–62 pentru verificarea dinamometrelor tehnice cu element elastic	1959
25	Instrucţiuni 162–61 pentru verificarea extensometrelor optico-mecanice cu oglinzi (după Martens)	1961
26	Instrucţiuni 165–61 pentru verificarea maşinilor de încercări la fluaj şi relaxare	1961
27	Instrucţiuni 180–63 pentru verificarea aparatelor de încercări la încovoiere dinamică şi statică tip Dynustat	1963
28	Instrucţiuni 181–63 pentru verificarea aparatelor de încercare a microdurităţii cu piramida de diamant	1963

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 184 (continuare)

Nr. crt.	Titlul, numărul și anul ultimei apariții	Anul primei apariții
29	Instrucțiuni 182–63 pentru verificarea aparatelor de încercare a durității cauciucului după metoda Shore A	1963
30	Instrucțiuni 187–64 pentru verificarea cheilor dinamometrice cu element elastic	1963
31	Instrucțiuni 191-65 pentru verificarea dinamometrelor medicale cu arc	1965
32	Instrucțiuni 199-65 pentru verificarea pulsatoarelor hidraulice	1965

Tabela 185

Standarde în domeniul durității

STAS 165–58 — Incercări mecanice ale metalelor. Incercare de duritate Brinell.

STAS 493–58 — Incercare de duritate Rockwell.

STAS 492–58 — Incercare de duritate Vickers.

STAS 6623–58 — Incercare de duritate a straturilor și pieselor subțiri. Metoda Vickers cu sarcini mici.

STAS 5871–58 — Materiale plastice. Determinarea durității prin metoda Brinell.

STAS 6637–62 — Incercările metalelor. Incercările statice de durată. Terminologie și simboluri.

STAS 1965–50 — Proprietățile și încercările metalice și tehnologice ale metalelor. Terminologie.

STAS 5441–56 — Cauciuc vulcanizat. Determinarea durității cu durometrul Shore.

STAS 2995–52 — Corpuri abrazive. Determinarea durității.

STAS 2417–51 — Lemn. Incercarea durității.

STAS R 883–58 — Tabelă comparativă a durității.

STAS 2538–51 — Lacuri și vopsele. Determinarea durității peliculei.

STAS Poz. plan 534–65 — Plăcuțe etalon de duritate.

STAS Poz. plan 529–65 — Incercarea durității pe suprafețe curbe.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 186

Aparate de măsurat forțe și mașini pentru încercarea materialelor cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricație, reparație ori import (F.R.I.)	Observații
1	Extensometre optico-mecanice cu oglinzi (Martens Kennedy)	3	O.S.M.
2	Dinamometre etalon pînă la 10 000 kgf	1	O.S.M.
3	Dinamometre etalon peste 10 000 kgf	1	O.S.M.
4	Plăcuțe de duritate etalon	2	O.S.M.
5	Dinamometre tehnice cu element elastic, pînă la 100 kgf inclusiv	2	—
6	Dinamometre tehnice cu element elastic, între 100 și 1 000 kgf inclusiv	2	—
7	Dinamometre tehnice cu element elastic, între 1 000 și 50 000 kgf inclusiv	2	—
8	Dinamometre tehnice cu element elastic peste 50 000 kgf	2	—
9	Dinamometre hidraulice indicatoare, mecanice, hidraulice de eforturi, în cabluri, pînă la 10 000 kgf inclusiv	2	—
10	Dinamometre hidraulice indicatoare mecanice, hidraulice de eforturi în cabluri, între 10 000 și 50 000 kgf inclusiv	2	—
11	Idem peste 50 000 kgf	2	—
12	Chei dinamometrice cu un braț	2	—
13	Chei dinamometrice cu două brațe	2	—
14	Mașini-prese de încercări mecanice la tracțiune universale (pentru un singur domeniu și o singură încercare) pînă la 1 000 kgf inclusiv	2	—
15	Mașini-prese de încercări mecanice la tracțiune sau compresiune și mașini universale (pentru un singur domeniu și o singură încercare) peste 1 000 kgf*)	2	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 186 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricație, reparație ori import (F.R.I.)	Observații
16	Mașini și aparate de încercat la tracțiune, fire și țesături textile, hîrtie, cauciuc și materiale plastice, pînă la 50 kgf inclusiv*)	2	—
17	Mașini și aparate de încercat la tracțiune, fire și țesături textile, hîrtie, cauciuc și materiale plastice peste 50 kgf*)	2	—
18	Mașină de încercări la oboseală prin încovoiere, rotative*)	3	—
19	Mașini pentru încercări la fluaj*)	3	—
20	Mașini pentru încercări de materiale la răsucire*)	3	—
21	Ciocane-pendul pentru încercări la rezilienţă*)	2	—
22	Aparate pentru încercare la ambutisare a tablelor*)	3	—
23	Mașini pentru tarat arcuri*)	2	—
24	Mașini de calibrat lanțuri și cabluri pînă la 5 000 kgf inclusiv*)	2	—
25	Mașini de calibrat lanțuri și cabluri peste 5 000 kgf*)	2	—
26	Aparate pentru încercarea elasticității segmenților pentru pistoane*)	3	—
27	Aparate pentru încercarea firelor textile la răsucire	3	—
28	Aparate pentru încercarea durității prin metoda Brinell, Rockwell și Vickers*)	2	—
29	Aparate pentru încercarea durității prin metoda dinamică, elastică sau plastică*)	2	—
30	Aparate pentru încercarea mecanică a nisipurilor de turnătorie, a mortarelor de ciment și a lianților*)	2	—

Observație:
— Mijloacele de măsurare notate cu semnul *) se verifică la „unitățile“ posesoare.

Scanned with OKEN Scanner

— *atmosferă tehnică* (at), multiplu de 10^4 al unității derivate kgf/m² din sistemul MKfS (kilogram forță/metru pătrat): presiunea exercitată perpendicular de o forță de un kilogram forță uniform repartizată pe aria de un centimetru pătrat (1 kgf/cm² = 9,80665 N/cm² = 9,80665 · $\cdot 10^4$ N/m²);

— *atmosferă fizică* (atmosferă normală, atm): presiunea echivalentă greutății unei coloane de mercur de 760 mm înălțime, avînd densitatea 13,5951 kg/dm³ la 0°C într-un loc în care accelerația gravitației este 9,80665 ms^{-2}, care acționează pe o suprafață cu aria de 1 cm² (1 atm = = 1,033 at);

— *torr* (torr): unitate de presiune folosită în tehnica vidului, egală cu apăsarea exercitată de o coloană de mercur de 1 mm înălțime, pe o arie de 1 cm², la 0°C și la nivelul mării (1 torr = 1 333, 2 barie);

— *milimetru coloană de apă* (mm H_2O), presiune egală cu 9,80665 N/m² (1 mm H_2O = 0,0001 at). Multiplu: metru coloană de apă (m H_2O); 1 m H_2O = 1 000 mm H_2O;

— *milimetru coloană de mercur* [1]) (mm Hg), presiune egală cu 13,5951 mm H_2O; 1 mm Hg = 1,000 000 14 torr.

Unitățile de presiune engleze și americane cu echivalentul lor în alte unități, sînt indicate în tabela 187.

Tabela 187

Unități engleze și americane de presiune

Denumirea	Echivalentul în				
	N/m²	mm H_2O	mm Hg	kgf/cm²	barye
Inch of water (in H_2O)	249,2	25,4	1,869	$2,54 \cdot 10^{-3}$	$2,492 \cdot 10^3$
Inch of Hg.(in Hg)	$3,39 \cdot 10^3$	13,6	25,4	$34,5 \cdot 10^{-3}$	$33,9 \cdot 10^3$
pound per square inch (lb/sq in)	$6,89 \cdot 10^3$	703	51,71	$70,3 \cdot 10^{-3}$	$68,9 \cdot 10^3$
pound per square foot (lb/sq ft)	47,9	4,882	0,360	$488,2 \cdot 10^{-6}$	479

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A PRESIUNII*

Manometre: (măsoară suprapresiuni, exprimate ca presiuni relative), **vacuummetre** (măsoară diferența dintre presiunea atmosferică și o presiune mai mică decît aceasta) și **manovacuummetre** (măsoară presiuni mai mari și mai mici decît presiunea atmosferică) *cu element elastic*, (tub elicoidal, tub spiral, membrană, burduf) la care elementul măsurător este un

[1]) Este deseori confundat cu torrul.

Scanned with OKEN Scanner

element elastic care se deformează sub acţiunea variaţiilor de presiune, deformaţia fiind transmisă dispozitivului indicator (cu un ac indicator, cu două ace indicatoare sau unul indicator şi unul de control). Pot fi: indicatoare, înregistratoare (cu mecanism de orologerie sau motor sincron şi dispozitiv de înregistrare cu peniţă cu cerneală pe hîrtie circulară sau bandă) şi indicatoare-înregistratoare (combinaţie dintre primele două), cele etalon fiind de clasele de precizie 0,2; (0,35) sau 0,6 iar cele de lucru, de 1; 1,5; 2,5; 4 şi 6. Limita superioară de măsurare trebuie să corespundă şirului normal R 5 (STAS 283-49) şi anume 1; 1,6; 2,5; 4 şi 6,3 · 10^n în care n este un număr întreg pozitiv sau negativ, sau zero. Elementul elastic nu trebuie să capete deformaţii permanente după ce a fost ţinut timp de 3 minute la o presiune cu 25% mai mare decît cea nominală şi trebuie să reziste cel puţin la 10^6 pulsaţii ale presiunii. Valoarea diviziunilor: 1 · 10^n; 2 · 10^n sau 5 · 10^n unde n este număr întreg pozitiv, negativ sau zero şi de maximum 1% din domeniul de măsurare pentru cele de clasa 0,2 ; 0,35; 0,6 şi 1; de maximum 2% pentru cele de clasa 1,5 sau 2,5 şi de maximum 5% pentru cele de clasa 4 sau 6. La cele gradate în mm Hg, valoarea diviziunilor este indicată în tabela 188.

Tabela 188

Valoarea diviziunii la aparatele gradate în mm Hg

Limita superioară mm Hg	Diviziunea scării gradate la aparatele de clasa				
	0,2; 0,35; 0,6 şi 1	1,5	2,4	4	6
	mm Hg				
300	5	5	10	10	20
400	5	10	10	20	20
500	5	10	10	20	50
600	5	10	10	20	50
700	10	20	20	50	50

Erori tolerate: procente din limita superioară egale cu numerele care indică clasa, luate cu ±. Verificările se fac prin comparaţie cu aparate-etalon, cu observaţia că cele de lucru clasa 1 nu se pot verifica decît cu aparate-etalon de clasa 0,2 sau 0,35. Presiunea limită a aparatului care se verifică trebuie să fie cel mult 2/3 din presiunea nominală a aparatului etalon. Cele cu limita superioară pînă la 2,5 kgf/cm² se verifică cu pompe cu aer, cele de la 2,5 kgf/cm² în sus pînă la 500 kgf/cm², cu pompe cu lichid, aerul fiind evacuat în întregime, iar cele peste 500 kgf/cm², cu pompe cu ulei de ricin (cele pentru oxigen, după caz, se verifică cu pompe cu aer, alcool sau apă; cele etalon, cu manometru etalon cu pompă şi

Scanned with OKEN Scanner

greutăți). Verificările se fac inițial și anual, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 36-60, marca aplicîndu-se pe un plumb atașat la aparat.

Manometre, vacuummetre și manovacuummetre pentru tiraj cu element elastic paralel cu cadranul sau perpendicular pe cadran, utilizate în instalațiile fixe de tiraj (canale de fum, sisteme de ventilație, etc.); se construiesc numai pentru clasele 1,5; 2,5 sau 4, elementul deformabil sub acțiunea presiunii fiind o capsulă manometrică. Erorile tolerate, condițiile tehnice etc. sînt aceleași ca la cele cu element elastic. Se verifică inițial și anual, conform Instrucțiunilor 48-60.

Manometre, vacuummetre și manovacuummetre de lucru cu coloană de lichid și citire directă (cele pentru presiuni mai mici de 200 mm H_2O se numesc micromanometre etc.), pot fi cu tub în formă de U (cu unghi de înclinare fix sau variabil), cu rezervor și tub vertical sau înclinat. Micromanometrele etc sînt cu rezervor și tub înclinat (fig. 182) în care *1* este tubul înclinat, *2* rezervorul din sticlă sau metal, *3* placa de susținere, *4* dispozitiv de indicare a nivelului, *5* scara gradată în mm așezată în spatele tubului înclinat. Valoarea presiunii (vacuumului) exprimată în kgf/cm² se determină în funcție de construcția aparatului. La cele cu scara în milimetri, $p = h \cdot \gamma$ unde h este diferența între nivelele lichidului de lucru din cele două vase comunicante, în cm și γ — greutatea specifică a lichidului de lucru în kgf/cm³ (la cele cu tub în formă de U, h este diferența între citirile efectuate în dreptul celor două meniscuri; la cele cu rezervor și tub vertical, este valoarea citită în dreptul meniscului din tubul vertical). La cele cu rezervor și tub înclinat (cu unghi variabil), $p = n \cdot \gamma \cdot \sin \alpha$, unde n este lungimea de lichid din tubul vertical, în cm; γ — greutatea specifică a lichidului, în kgf/cm³; α = unghiul de înclinare. Notînd $\gamma \sin \alpha = K$ (constanta aparatului), $p = nK$. Constanta K se înscrie pe

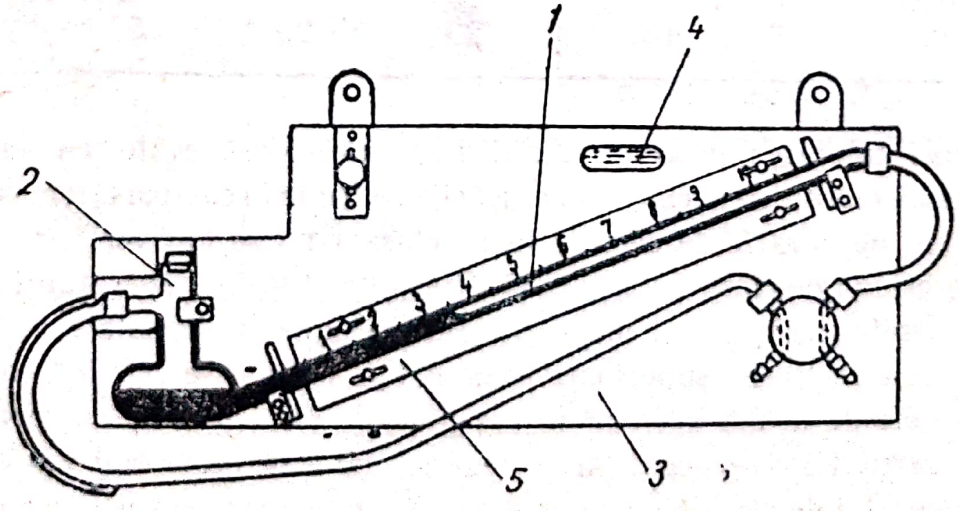


Fig. 182. Micromanometru cu tub înclinat

Scanned with OKEN Scanner

aparat. Erorile tolerate la verificarea scărilor gradate în mm pentru diferite intervale sînt indicate în tabela 189, iar la verificarea indicaţiilor în tabela 190. Verificările indicaţiilor se fac prin comparare cu indicaţiile

Tabela 189

Erorile scărilor

Intervalul verificat	Eroarea tolerată mm	Intervalul verificat	Eroarea tolerată mm
1 m	± 0,20	0,1 m	± 0,10
0,75 m	± 0,18	10 mm	± 0,10
0,5 m	± 0,15	1 mm	± 0,05

Tabela 190

Erorile indicaţiilor

Aparatul	Clasa de precizie	Eroarea tolerată
Cu rezervor şi tub vertical	—	± 3 mm coloană din lichidul de lucru
Cu rezervor şi tub înclinat cu unghi fix	1	± 1% din limita domeniului de măsurare
	1,5	± 1,5% „
Cu rezervor şi tub înclinat cu unghi variabil	0,5	± 0,5% „
	1	± 1 % „

aparatelor etalon: manovacuummetru cu tub U (cu scară gradată pe oglindă) cu apă sau mercur, limita 1 200 mm H_2O sau Hg, cu eroarea limită ±1 mm coloană de lichid; cu manometru cu piston cu limitele 0,05 ... 2,5 kgf/cm² cu eroarea relativă 0,05%; cu micromanovacuummetru cu balanţă, cu eroarea de ± 0,10% mm H_2O sau micromanovacuummetru compensator pînă la 200 mm H_2O cu eroarea limită ±0,05; ± 0,08; ± 0,12 mm H_2O; micromanovacuummetru cu rezervor şi tub înclinat cu unghi variabil, cu eroarea limită ± 0,5% din limita superioară a domeniului de măsurare. Se verifică iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 64-60.

Scanned with OKEN Scanner

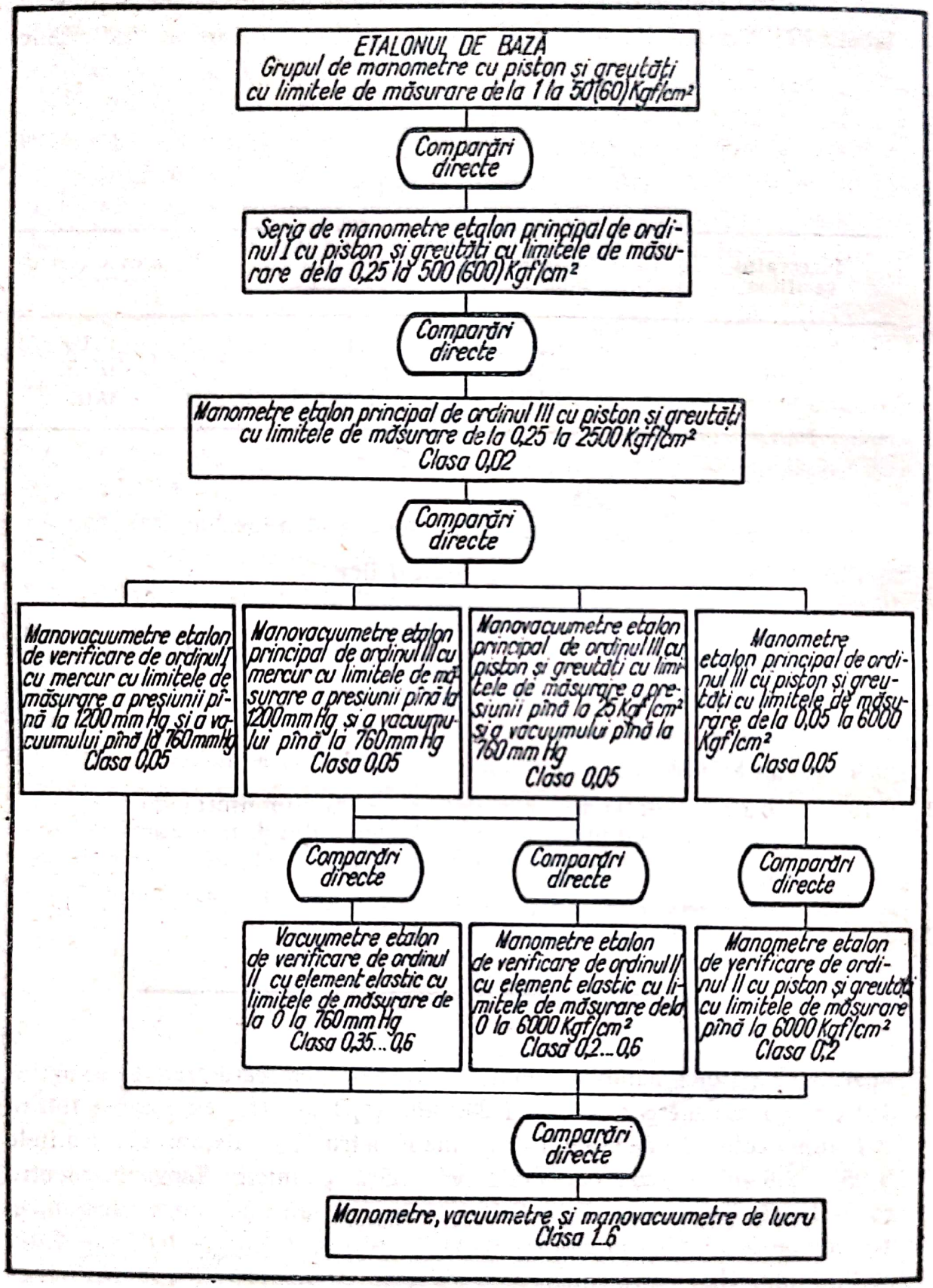


Fig. 183. Schema de principiu de transmitere a unității de presiune pentru manometre, manovacuummetre și vacuummetre.

Scanned with OKEN Scanner

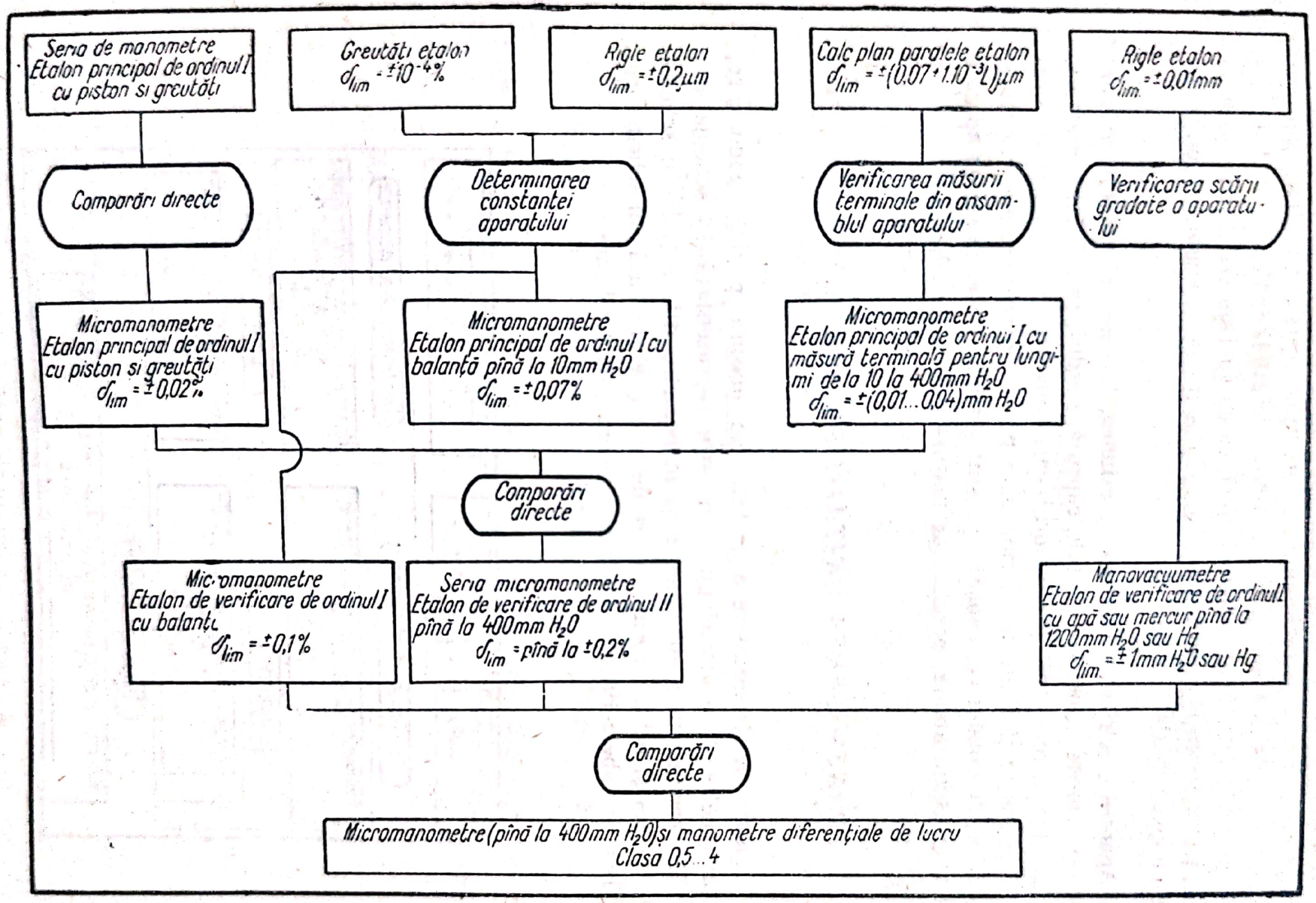


Fig. 184. Schema de principiu de verificare a unității de presiune pentru micromanometre și manometre diferențiale.

Scanned with OKEN Scanner

Sfigmomanometre, pentru măsurarea „tensiunii" arteriale, adică a presiunii sîngelui, maxime (în timpul sistolei ventriculului stîng) și minime (în timpul diastolei ventriculului stîng), care pot fi cu manometru cu mercur sau cu element elastic. Eroarea tolerată la indicații: ± 1,5 diviziuni pe toată întinderea scării. Se verifică cu aparate etalon cu eroare de indicație ± 1 mm Hg, verificările făcîndu-se inițial și anual, în conformitate cu prevederile Instrucțiunilor 102-60.

Aparate electrice de măsurat presiunea, la care „elementul primar" (sesizorul) poate fi membrană, tub, capsulă, burduf, lichid, lamă elastică, iar „elementul secundar" (traductorul) care convertește într-o mărime electrică, definește și tipul aparatelor, care pot fi: piezoelectrice, rezistive, inductive, tensometrice, capacitive. Sînt gradate și verificate cu aparate etalon corespunzătoare, precizia de măsurare fiind de 2%.

C. *TRANSMITEREA UNITĂȚII DE PRESIUNE*

Schema de transmitere a unității de măsură pentru manometre, vaccuummetre și manovacuummetre este reprezentată în schema din fig. 183, pentru micromanometre și manometre diferențiale în schema din fig. 184 și pentru vacuummetre de presiune absolută, în schema din fig. 185. În tabela 191 sînt indicate termenele de verificare.

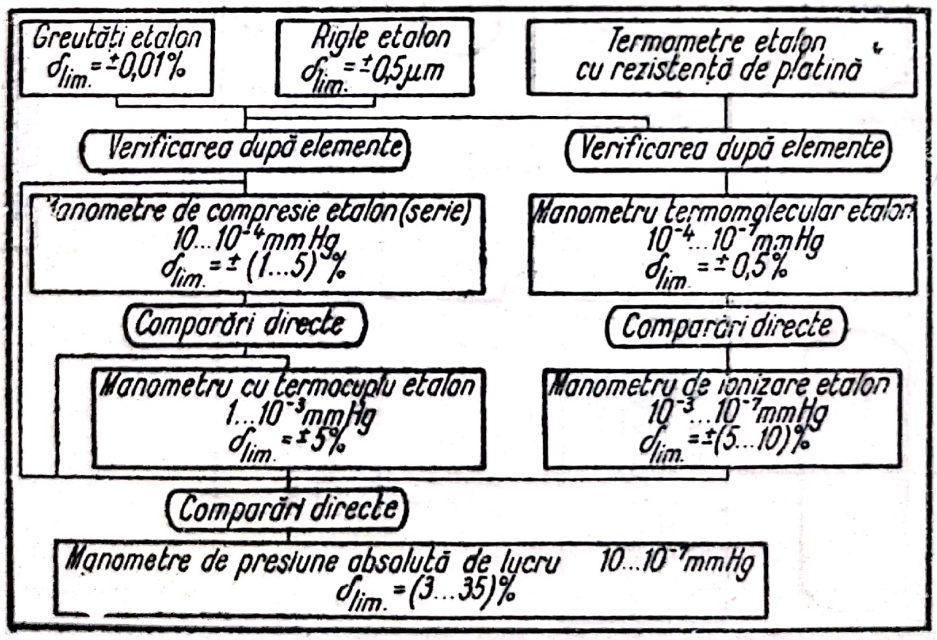


Fig. 185. Schema de principiu de verificare a unității de presiune pentru vacuummetre de presiune absolută.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 191

Aparate de măsurat presiuni, cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import (F.R.I.)	Observaţii
1	Manometre etalon cu piston şi greutăţi	1	O.S.M.
2	Manometre, vacuummetre sau manovacuummetre etalon sau similare ca precizie, cu lichid	2	O.S.M.
3	Micromanovacuummetre de compensare etalon	2	O.S.M.
4	Manometre şi vacuummetre etalon cu element elastic sau similare ca precizie	1	O.S.M.
5	Manometre vacuummetre şi manovacuummetre tehnice cu lichid	F.R.I.	—
6	Micromanometre, microvacuummetre şi micromanovacuummetre tehnice cu lichid	2	—
7	Manometre vacuummetre, manovacuummetre şi manometre diferenţiale tehnice cu element elastic	1	—
8	Manometre tehnice speciale pentru aparate de bere, vermorele, petromaxe etc.	1	—
9	Manometre tehnice speciale pentru automobile	F.R.I.	—
10	Sfigmomanometre (aparate de măsurat tensiunea arterială)	1	O.S.M.

Scanned with OKEN Scanner

4. DEBITUL. CANTITĂȚI DEBITATE. NIVELUL.

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI*

Debit Q: cantitatea de fluid (lichid, gaz sau material pulverulent foarte fin) care trece în unitatea de timp printr-o secțiune (sau suprafață) dată a unui curent:

— *debit de volum* Q_v (debit volumetric): volumul de fluid care... etc. Dimensiuni: $[Q_v] = L^3T^{-1}$;

— *debit de masă* Q_m (debit masic): masa de fluid... etc. Dimensiuni $[Q_m] = MT^{-1}$;

— *debit de greutate* (Q_G) (d. gravimetric; d. ponderal); greutatea fluidului... etc. Dimensiuni: $[Q_G]=LMT^{-3}$ (în SI). În sist. LFT, $[Q_G] = FT^{-1}$.

Metru cub pe secundă (m^3/s) unitate SI de debit de volum, cu submultiplii săi: litru pe secundă (l/s sau dm^3/s), metru cub pe minut (m^3/min și metru cub pe oră (m^3/h).

Kilogram pe secundă (kg/s), unitate SI de debit de masă, cu submultiplii săi: kilogram pe oră (kg/h; 1 kg/h $= \frac{1}{3600}$ kg/s) și tonă pe oră (t/h; 1 t/h $= \frac{1}{3{,}6}$ kg/s) și multiplul său, tona pe secundă (t/s); 1 t/s = 1 000 kg/s.

Kilogram forță pe secundă (kgf/s) unitate MKfS de debit de greutate, cu submultiplii săi: gramul forță pe secundă (gf/s; 1 gf/s $= \frac{1}{1000}$ kgf/s) și tona forță pe oră (tf/h; 1 tf/h $= \frac{1}{3\,600}$ tf/s) și multiplul său, tona forță pe secundă tf/s; (1 tf/s = 1 000 kgf/s.)

Unitățile de debit engleze și americane sînt cele respective de volum, de masă, de forță, indicate la capitolele acelor mărimi, luate pe secundă, respectiv pe oră.

B. *APARATE DE MĂSURAT DEBITE*

Debitmetre: aparate de măsurat debite realizate pe diferite principii. Distingem:

— *debitmetre diferențiale cu plutitor*, care se bazează pe traducerea în debit a presiunii diferențiale creată prin introducerea unui dispozitiv de strangulare (diafragmă, ajutaj, tub Venturi). În mod impropriu sînt numite și manometre diferențiale, deși manometrele diferențiale sînt numai o parte componentă a lor. Pot fi: înregistratoare, la care căderea diferențială se înregistrează pe o hîrtie de diagramă, prin planimetrare putîndu-se calcula consumul pe durata înregistrării pe diagramă,

Scanned with OKEN Scanner

indicatoare, care indică direct pe un cadran cu scară gradată debitele de fluid care trece prin conductă, şi indicatoare-înregistratoare, care dau în acelaşi timp şi debitul momentan şi căderea de presiune respectivă. Unele au şi dispozitive de totalizare (integrare). După felul cum se face transmiterea mişcării plutitorului la dispozitivul de indicare sau de înregistrare, pot fi: debitmetre diferenţiale cu transmiterea plutitorului prin lanţ şi sector, debitmetre diferenţiale cu transmiterea plutitorului prin pîrghii şi debitmetre diferenţiale cu transmiterea plutitorului prin cuplaj magnetic; după felul cum se face transmiterea impulsului presiunii, pot fi: debitmetre diferenţiale cu transmiterea mecanică (transmiterea impulsului se face direct la disp. indicator sau înregistrator), debitmetre diferenţiale cu transmitere la distanţă, electric sau pneumatic (în care caz instalaţia cuprinde un aparat emiţător şi unul receptor). Pentru aburi, debitul se calculează în t/h, pentru lichide, în m^3/h sau t/h, iar pentru gaze în m^3/h, cu formula $Q = K\sqrt{p \cdot h}$, în care Q este cantitatea de fluid în m^3 normali/oră sau tone /oră; h — căderea de presiune, în mm H_2O sau mm Hg; p — presiunea statică absolută, în kgf/cm^2; K — coeficientul de proporţionalitate, care depinde de diametrul conductei, diametrul dispozitivului de strangulare etc. La lichide şi aburi p se păstrează constant şi sub radical rămîne numai h. Condiţii: Variaţiile de temperatură ale mediului ambiant între — 5°C şi + 40°C nu trebuie să influenţeze indicaţiile: erorile de indicaţii nu trebuie să depăşească ± 2% din valoarea maximă de măsurare pentru presiunea statică, eroarea tolerată pentru integrator (dacă are) nu trebuie să depăşească ± 2% din valoarea maximă a indicaţiilor. Verificările se fac cu un tub de sticlă în formă de U de circa 3 000 mm gradat cu zero la mijloc, umplut cu apă (dacă Δp este mic) şi de circa 1100 mm umplut cu Hg (cînd Δp este mare), rezervor cu aer de 3 ... 5 litri cu două ventile pentru reglaj fin, pompă de mînă pentru creat presiuni, tuburi de legătură. Eroarea tolerată se calculează cu relaţia

$$\delta\% = \frac{h_{indicat} - h_{real}}{h_{real}} \cdot 100$$

(h indicat, citit pe diagramă, h real, căderea de presiune citită la manometrul etalon). Pentru fiecare aparat diferenţial înregistrator verificat, se eliberează posesorului diagrama respectivă de la verificare semnată de verificator. Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu Instrucţiunile 95-62, marca aplicîndu-se pe un plumb ataşat la aparat;

— *debitmetre tip rotametru*, folosite la măsurarea debitului unui gaz sau un lichid, pe baza deplasării unui plutitor în interiorul unui tub tronconic gradat, dispus vertical, prin care circulă fluidul de măsurat. Pot fi pentru un singur sau pentru două domenii de măsurare, plutitorul putînd fi cu deplasare liberă sau ghidată şi cu racorduri fixe sau mobile. Se calibrează pentru un anumit fluid, întrucît valoarea debitului instantaneu

Scanned with OKEN Scanner

de volum Q_v și a celui de greutate Q_G rezultă din relația:

$$Q_v = S_i C \sqrt{\frac{2g\ V_p(\gamma_p - \gamma)}{S_p \gamma}} \cdot 3{,}6;$$

$$Q_G = S_i C \sqrt{\frac{2g V_p(\gamma_p - \gamma)\gamma}{S_p}} \cdot 3{,}6,$$

în care S_i este secțiunea inelară care se formează între plutitor și peretele interior al tubului de măsurare și care este cu atît mai mare cu cît plutitorul este mai sus; C — coeficientul de scurgere care depinde de forma plutitorului, viscozitatea fluidului și numărul lui Reynolds[1]); g — accelerația gravitației, în cm/s²; γ_p — greutatea specifică a materialului plutitorului, în gf/cm³; V_p — volumul plutitorului, în cm³; S_p — cea mai mare secțiune a plutitorului considerată perpendicular pe direcția de scurgere a fluidului, în cm²; γ — greutatea specifică a fluidului, în gf/cm³. Debitul minim pentru care pot fi folosite este 80% din debitul maxim înscris pe aparat (treimea mijlocie a scării).

Clase de precizie: 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4. Erori tolerate (în % din limita maximă a domeniului de măsurare): ± 0,5; ± 1; ± 1,5; ± 2,5; ± 4 (în ordinea claselor de precizie). La cele care nu au înscrisă pe ele clasa de precizie, se consideră a fi de cl. 2,5. Valoarea unei diviziuni: unul din numerele $1 \cdot 10^n$; $2 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$, unde n este un număr întreg pozitiv, negativ sau zero și trebuie să fie max. 1% din domeniul de măsurare pentru clasele 0,5; 1; și 1,5 și de max. 5% pentru clasele 2,5 și 4. Verificările indicațiilor se fac fie la o instalație cu clopot[2]), fie la o instalație cu contor etalon, în sens crescător și descrescător al debitului, pentru reperele care indică 25; 50; 75 și 100% din debitul maxim înscris pe aparat; cantitățile minime de gaz ce trec prin rotametru în timp de cel puțin 90 secunde trebuie să corespundă datelor din tabela 192.

Tabela 192

Cantitățile de gaz cu care se verifică rotametrele

Debitul maxim înscris, l/h	Pentru reperele			
	25%	50%	75%	100%
Pînă la 100	10	10	20	20
101... 300	10	20	30	30
301... 600	20	30	60	60
601...1 000	30	50	100	100
Peste 1 000	50	100	200	200

[1]) Numărul lui Reynolds (Re) este valoarea raportului dintre viteza caracteristică unui fluid (v) înmulțită cu lungimea caracteristică (l) și împărțită la viscozitatea cinematică (ν), adică: $Re = v \cdot l/\nu$.

[2]) Vezi la „Instalații cu clopot pentru verificarea contoarelor de gaze".

Scanned with OKEN Scanner

În cazul instalațiilor cu clopot, se calculează debitul orar Q_c, pe baza cantităților scurse indicate în tabelă, cu relația:

$$Q_c = \frac{v}{t} 3\,600 \quad [l/h],$$

în care v este cantitatea de aer ieșită din clopot, iar t, timpul în care a ieșit. Eroarea relativă procentuală se calculează cu relația:

$$\Delta Q \cdot 100 = \frac{Q_v - Q_c}{Q_c} \cdot 100,$$

în care Q_v este debitul indicat de rotametru; Q_c — debitul orar calculat pe care îl furnizează instalația cu clopot. Verificările se fac inițial și la doi ani, conform prevederilor din Instrucțiunile 158-61, marcarea făcîndu-se pe tubul de măsurare și pe plăcuța cu inscripții;

— *debitmetre electromagnetice*, folosite la măsurarea debitelor lichidelor cu rezistență electrică sub $10^4 \Omega$cm (soluții apoase și soluții vîscoase). Dacă pe pereții unui tub în care se află lichidul al cărui debit se măsoară, se aplică doi electrozi diametral opuși și perpendiculari pe cîmpul magnetic, extremitățile lor fiind în contact cu lichidul, între electrozi apare o diferență de potențial E, conform relației

$$E = HVd \ 10^{-8},$$

în care E este forța electromotoare, în V; H — intensitatea cîmpului magnetic, în Gs; V — viteza medie a lichidului, în cm/s; d — distanța între electrozi (diametrul conductei), în cm. Forța electromotoare este deci direct proporțională cu viteza de deplasare a particulelor de lichid, respectiv cu debitul. Dispozitivul indicator este un galvanometru electromagnetic stabilit pentru un curent de 0 ...15 mA, scara fiind gradată în unități de debit. Au precizia de 2% sau de 1%. Sînt utilizate în industria chimică (la fabricarea celulozei). În Republica Socialistă România nu au fost încă cuprinse la verificările obligatorii.

C. *APARATE DE MĂSURAT CANTITATEA DE LICHID DEBITATĂ*

Apometre: contoare cu mecanism uscat sau înnecat folosite la măsurarea cantităților de lichid debitate sub presiune, după principiul de funcționare fiind contoare de viteză sau de volum, iar după domeniul de măsurare (debitul maxim și minim pentru care contorul funcționează în limitele erorilor tolerate), pot fi: c o n t o a r e s i m p l e, cu domeniul de măsurare între 5 și 100% din debitul caracteristic[1]) și c o n t o a r e c o m b i-

[1]) Debitul caracteristic: cantitatea de lichid în m^3/h care trece prin contor sub o presiune de 10 m H_2O pentru cele de volum și cele de viteză cu roată cu palete și de 1 m H_2O pentru cele de viteză cu elice.

n a t e (unul cu calibrul mare şi altul mic) montate în paralel şi avînd un dispozitiv cu supapă pentru repartizarea debitului între cele două contoare. La cele de viteză lichidul pune în mişcare o roată cu palete sau o elice cu axul cuplat cu un sistem de angrenaje care transmite mişcarea la mecanismul de integrare; la cele de volum, lichidul umple şi goleşte succesiv încăperile de volum constant formate între pereţii contorului şi organul măsurător, a cărui mişcare este transmisă mecanismului de integrare. Contoarele de viteză cu roată cu palete şi cele de volum au calibrele şi debitele indicate în tabela 193, iar cele cu elice, în tabela 194. În tabela 195 sînt indicate cîteva condiţii pentru scările gradate.

T a b e l a 193

Contoare de volum şi cu palete

Calibru mm	Debit caracteristic m³/h
15 (13)	3
20	5
25	7
30	10
40	20
50	30
80	50
100	90

T a b e l a 194

Contoare cu elice

Calibru mm	Debit caracteristic m³/h
50	30
80	80
100	140
150	380
200	510
250	550 sau 820
300	1300

T a b e l a 195

Condiţii pentru scările gradate ale apometrelor

Calibru	Valoarea		Reperele		Limita de măsurare
	Celei mai mici diviziuni m³	Cifrei de pe ultima rolă m³	Mai lungi în m³	Numerotate din m³	m³
10...40	0,001	0,1	0,005 0,01 etc.	0,01 0,02 etc.	10 000
50...80	0,01	1	0,05 0,1 etc.	0,1 0,2 etc.	100 000
100...300	0,1	10	0,5 1 etc.	1 2 etc.	1 000 000

Scanned with OKEN Scanner

Erori tolerate: pentru cele de viteză, ± 3% din cantitatea de lichid trecută prin contor, pentru debite ce reprezintă 5% din cel caracteristic, şi de ± 2% pentru debitele mai mari; pentru cele de volum, ± 1% din debitul caracteristic. Se calculează cu relaţia:

$$\Delta\% = \frac{Q_c - Q_r}{Q_r} \cdot 100,$$

în care: Δ este eroarea relativă; Q_c — cantitatea care a trecut prin contor la o încercare (indicată de contor); Q_r — cantitatea de apă intrată în rezervorul de măsurat, la o încercare; cantităţile minime de lichid ce trebuie să treacă prin contor la o încercare sînt indicate în tabela 196.

Cantităţile minime de lichid la o încercare

Tabela 196

Calibrul contor, mm	Cantitatea minimă de lichid			
	Totală m³	Pentru prima încercare, m³	Pentru a doua încercare m³	Pentru a treia încercare m³
10... 40	0,36	0,2	0,1	0,06
50... 80	2,6	1	1	0,6
100...300	26	10	10	6

Verificările se fac iniţial şi la doi ani, în conformitate cu Instrucţiunile 27-62, marcarea făcîndu-se pe un plumb care trebuie să împiedice posibilităţile de acţionare asupra mecanismului de integrare.

D. *APARATE DE MĂSURAT CANTITATEA DE GAZE DEBITATĂ*

Contoare de gaze: aparate integratoare folosite la măsurarea directă a cantităţilor de gaze ce trec sub presiune prin conducte, măsurarea făcîndu-se fie prin umplerea şi golirea succesivă a unor camere de măsurare (contoare volumetrice), fie prin determinarea vitezei de trecere a gazului, care pentru o anumită secţiune a conductei este proporţională cu debitul (contoare de viteză);

— *contoare volumetrice*, care pot fi pentru gaze uscate sau pentru gaze umede. Distingem:

— contoare volumetrice de gaze uscate, cu membrană, (burduf) (fig. 186) care sînt de uz general şi pot fi cu una sau două membrane, distribuirea gazului în aparat putîndu-se face fie prin supape (la cele cu o membrană), fie prin sertare (la cele cu două membrane). Au mecanismul integrator format dintr-o serie de role cu

Scanned with OKEN Scanner

cifre de la zero la nouă, cadranul aparatului *3* fiind prevăzut cu deschideri în dreptul cărora apar cifrele de pe role, în locul ultimei role putînd fi un disc gradat în zece părţi egale a cărui rotaţie completă reprezintă valoarea indicaţiei ultimei role, sau un dispozitiv cu scară gradată în 50 sau 100 diviziuni şi ac indicator. Corpul aparatului *1* este prevăzut cu două orificii *2* cu filet (stuţuri) pentru racordarea la conducta prin care trece

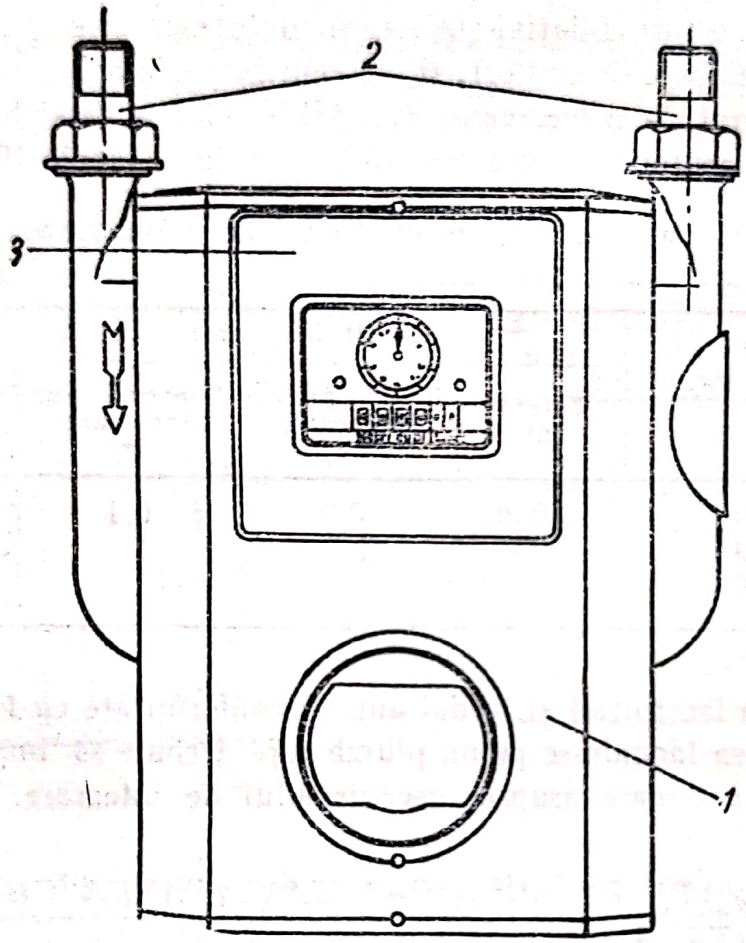


Fig. 186. Contor volumetric de gaze uscate, cu membrană.

gazul. Condiţii impuse caracteristicilor metrologice: s e n s i b i l i t a t e a să fie astfel încît să dea indicaţii cel puţin la 1,5 % din debitul nominal (înscris pe contor, reprezentînd debitul în m^3 ce trece într-o oră) la cele pînă la 3 m^3/h şi 1% din debitul nominal la cele mai mari de 3 m^3/h; justeţea să fie în limitele erorilor tolerate $\pm$ 2% în regimul de funcţionare 100 sau 50% din debitul nominal şi de $\pm$ 3%, în regimul de 10%, pentru o presiune a gazului de maximum 500 mm H_2O şi o temperatură a mediului ambiant între — 5 şi + 35°C, cantităţile minime de gaz lăsate să treacă prin contor din vasul măsură-etalon al staţiei, pentru diferite debite nominale fiind cele din tabela 197, iar duratele de încercare pentru fiecare valoare la care se verifică fiind minimum 90 s; pierderile de presiune

Scanned with OKEN Scanner

tolerate la debitul nominal: 10 mm H_2O la cele cu debit nominal mai mic de 6 m³/h şi 20 mm H_2O, la cele cu debit nominal mai mare de 6 m³/h. Verificările se fac la staţii cu vase etalon, iniţial şi la trei ani, în conformitate cu Instrucţiunile 44-62, marcarea făcîndu-se pe picături de plumb aplicate pe corp;

Tabela 197

Cantităţile minime de gaz la verificări

Debitul nominal l/h	Cantităţi minime, în m³		
	100 %	50 %	10 %
2 000 ... 4 000	0,2	0,1	0,1
6 000 ... 12 000	0,6	0,3	0,1
12 001 ... 24 000	1	0,5	0,1
24 001 ... 48 000	2	1	0,2
48 001 ... 1000 000	4	2	0,4

— contoare cu piston rotativ, folosite pentru măsurarea cantităţilor de gaze care au presiunea statică de 25 kgf/cm² şi debitul de 30 000 m³/h; au ca organ măsurător două pistoane a căror rotire evacuează un volum de gaz egal cu volumul liber al camerei de măsurare. Pentru debite cuprinse între 10 şi 150% din debitul nominal în m³/h, eroarea de justeţe este de 1%;

— contoare cu tambur, care fac parte din categoria contoarelor volumetrice de tip umed, sînt alcătuite dintr-un corp prevăzut cu patru orificii (unul de intrare a gazului în contor, altul de eşire, unul pentru introducerea lichidului [1]) şi unul pentru stabilirea nivelului lichidului). Reglarea indicaţiilor se obţine prin stabilirea nivelului lichidului, ridicînd sau coborînd racordul montat la carcasa aparatului. Erorile tolerate: $\pm$ 0,5 sau $\pm$ 1% (în funcţie de clasă);

— contoare de viteză, care au ca dispozitiv de măsurare o roată cu palete (ca la cele pentru lichide), antrenată într-o mişcare de rotaţie de gazul care trece, a cărui cantitate este integrată şi indicată pe un cadran cu scara gradată în unităţi de volum. Au precizie scăzută şi nu sînt utilizate decît pentru indicaţii informative, deoarece la viteze mici ale gazului roata cu palete rămîne neantrenată şi gazul trecut nu se poate înregistra.

Mijloacele de măsurare a debitelor cuprinse la verificare sînt indicate în tabela 198.

[1]) În general, apă.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 198

Mijloacele de măsurare a debitelor cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import (F.R.I.)	Observaţii
1	Instalaţie pentru verificarea contoarelor de apă*	2	O.S.M.
2	Instalaţie pentru verificarea contoarelor de gaz*)	1	O.S.M.
3	Instalaţie pentru verificarea anemometrelor*)	2	O.S.M.
4	Contoare volumetrice etalon	1	O.S.M.
5	Contoare de apă (apometre) pînă la Ø 50 mm inclusiv pe instalaţie de gradul I pentru verificări simultane	2	O.S.M.
6	Contoare de apă (apometre) pînă la Ø 50 mm inclusiv pe instalaţie de gradul II pentru verificări de unicate	2	O.S.M.
7	Contoare de apă (apometre) peste Ø 50 mm pe instalaţie de gradul I pentru verificări simultane	2	O.S.M.
8	Contoare de apă (apometre) peste Ø 50 mm pe instalaţie de gradul II pentru verificări de unicate	2	O.S.M.
9	Contoare de gaz (gazometre) pînă la 30 m³/h inclusiv	3	O.S.M.
10	Contoare de gaz (gazometre) de la 30 pînă la 250 m³/h inclusiv	3	O.S.M.
11	Contoare de gaz (gazometre) peste 250 m³/h	3	O.S.M.
12	Debitmetre indicatoare (indicatoare de tiraj şi indicatoare de nivel, bazate pe principiul diferenţei de presiune)*)	1	
13	Dispozitiv de strangulare (diafragmă, ajutaj, tub Venturi), verificare prin măsurare*)	3	—
14	Dispozitiv de strangulare (diafragmă, ajutaj, tub Venturi), verificare prin calcul	—	—
15	Contoare volumetrice tehnice	2	O.S.M.
16	Anemometre	1	—

— Mijloacele de măsurare notate cu semnul *) se verifică la „unităţile“ posesoare.

Scanned with OKEN Scanner

E. *APARATE DE MĂSURAT NIVELUL LICHIDELOR*

Hidrometre[1]): aparate bazate pe deformaţia unui element elastic (tub Bourdon sau membrană), pe indicarea nivelului de plutire a unui plutitor, sau pe determinarea forţei de apăsare la care se găseşte o membrană aflată într-un clopot cufundat în lichid. Distingem:

— *hidrometre cu manometru* (cu tub Bourdon sau membrană) gradat în unităţi de lungime, precizia de măsurare variind între $\pm$ 1% şi 2%. Aparatul este însoţit de o diagramă de corecţie în funcţie de înălţimea la care se montează;

— *hidrometre cu plutitor*, la care plutitorul urmează nivelul lichidului din rezervor şi care este solidar cu un cablu care antrenează un scripete şi prin acesta dispozitivul de măsurare indicator sau înregistrator. Pot măsura niveluri pînă la 20 m, cu o precizie de $\pm$ 1,5%. La unele tipuri (pentru cazane) dispozitivul indicator sau înregistrator poate fi cu contacte (pentru reglarea nivelului prin acţionare asupra unei vane aflată în conducta de alimentare);

— *hidrometre cu clopot*, folosite la măsurarea de niveluri (în fîntîni sau rezervoare deschise) pînă la adîncimea de 300 m, a căror funcţionare se bazează pe relaţia:

$$F = A \cdot h \cdot \gamma,$$

în care: F este forţa de apăsare pe care o suportă o membrană aflată în interiorul unui clopot cufundat în lichid pînă la înălţimea de cufundare ce se măsoară; A — suprafaţa membranei, în cm²; h — înălţimea de cufundare, în cm; γ — greutatea specifică a lichidului, în gf/cm³ (presiunea pe care o transmite membrana este $p = h\gamma$, în gf/cm²). Aparatele se gradează în unităţi de lungime.

Sonde pneumatice: aparate alcătuite dintr-o conductă (sondă, care se introduce în rezervor) prin care creează presiune, furnizată de o pompă de mînă sau alt dispozitiv de alimentare reglabil, (în acest mod presiunea va creşte în sondă pînă va depăşi presiunea hidrostatică rezultată din înălţimea şi greutatea lichidului din rezervor şi care va rămîne constantă, şi deoarece presiunea aerului din sondă va învinge presiunea hidrostatică aerul va ieşi sub formă de bule de aer la suprafaţa lichidului), care se măsoară printr-un manometru montat pe sondă, gradat în unităţi de lungime.

Joje de nivel, a căror funcţionare se bazează fie pe folosirea unui condensator şi a unui dispozitiv electronic care transformă variaţiile

---

[1]) Denumire improprie.

Scanned with OKEN Scanner

capacității electrice provocate de variațiile nivelului, fie pe puterea penetrantă a razelor gama. În primul caz, capacitatea c este dată de relația:

$$c = \frac{S \cdot \varepsilon}{4\pi d},$$

în care: S este suprafața plăcilor condensatorului, în cm^2; ε — constanta dielectrică a lichidului; d — distanța între plăci, în cm. În al doilea caz este necesară o sursă radioactivă (închisă într-un plutitor) care să plutească pe suprafața lichidului (mișcarea pe verticală fiind ghidată) și de un detector de radiații gama (un contor care emite impulsuri proporționale cu intensitatea de radiație a sursei radioactive) care sînt amplificate și transmise dispozitivului indicator sau înregistrator (intensitatea de radiație depinde de distanța dintre detector și sursa radioactivă). Eroarea de măsurare poate fi de $\pm 1\%$.

5. LUCRUL MECANIC. ENERGIA. PUTEREA

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI PENTRU LUCRU MECANIC ȘI ENERGIE*

Lucru mecanic (W): mărime mecanică scalară de relație între un sistem fizic care exercită o forță F și corpul asupra căruia o exercită, a cărei valoare este dată de produsul dintre mărimea forței și deplasarea punctului de aplicație a forței, cînd deplasarea se face în direcția forței. (Dacă deplasarea nu se face în direcția forței, ci formează cu aceasta un unghi, valoarea lucrului mecanic este produsul dintre mărimea forței, deplasare și cosinusul acelui unghi). Dimensiuni: în sistemul S. I. și în sistemul L.M.T. (C.G.S. și M.K.S.), $[W] = L^2 MT^{-2}$. În sistemul L.F.T. (MKfs), $[W] = FL$.

Energie[1]) (W): capacitatea unui sistem fizic de a efectua lucru mecanic cînd suferă o transformare dintr-o stare în alta. Este una din proprietățile fundamentale ale materiei. Dimensiunile sînt aceleași ca ale lucrului mecanic;

— *energie cinetică*: energia unui sistem fizic în care intervin numai mărimile care caracterizează starea de mișcare a corpurilor din sistem. În cazul translației, $W = 1/2\ mv^2$ (în care m este masa și v viteza corpurilor), iar în cazul rotației în jurul unui ax, $W = 1/2\ I\ \omega^2$ (în care I

[1]) După felul sistemului fizic, poate fi: calorică, electrică, eoliană, nucleară etc.

Scanned with OKEN Scanner

este momentul de inerţie în raport cu axa de rotaţie şi ω viteza unghiulară a sistemului);

— *energie potenţială*: energia pe care o posedă un sistem fizic datorită interacţiunilor ce depind numai de poziţia relativă a corpurilor componente ale acelui sistem;

— *energie internă* (noţiune necesară pentru alcătuirea bilanţului energetic al unui proces fizic pe baza primului principiu al termodinamicii): suma energiilor cinetice şi potenţiale ale tuturor particulelor care constituie un sistem fizico-dinamic.

Joule (giul, J): unitate de măsură S.I. şi M.K.S. pentru lucru mecanic şi energie, reprezentînd lucrul mecanic efectuat de forţa de un newton cînd îşi deplasează pe direcţia sa punctul de aplicare pe distanţa de un metru. Dimensiuni: $[J] = [N \cdot m] = m^2kgs^{-2}$;

— *erg* (erg): unitate de lucru mecanic şi energie în sistemul C.G.S. egală cu lucrul mecanic efectuat de o forţă de o dină cînd îşi deplasează punctul de aplicare pe direcţia sa, pe distanţa de un centimetru (1 erg = $= 10^{-7}$ J). Dimensiuni: $[erg] = cm^2\ gs^{-2}$;

— *kilogram-forţă-metru* (kgfm): unitate de lucru mecanic şi energie în sistemul MKfS, egală cu lucrul mecanic efectuat de o forţă de 1 kilogram-forţă cînd îşi deplasează pe direcţia sa punctul de aplicaţie pe distanţa de un metru (1 kgfm = 9,80665 J);

— *wattsecundă* (Ws): unitate de energie egală cu lucrul mecanic efectuat în timp de o secundă de o maşină a cărei putere este de un watt (1 Ws = 1 J);

— *wattoră* (Wh): energie egală cu lucrul mecanic efectuat în timp de o oră de o maşină a cărei putere este de un watt. 1 Wh = 3 600 J = = 3,6 kJ. Multiplu: kilowattoră (kWh) 1 kWh = 1 000 W h = $= 3{,}6 \cdot 10^6$ J;

— *caloria* (cal) (unitate în afară de sisteme, pentru energia calorică) egală cu cantitatea de căldură necesară unui gram de apă distilată pentru a-şi ridica temperatura[1]) de la 19,5°C la 20,5°C. (Caloria de 20°C). 1 cal = = 4,187 J = 0,427 kgfm. Multiplu: kilocaloria (kcal). 1 kcal = 4187 J = = 427 kgfm;

— *electro volt* (eV) (unitate în afara sistemelor, pentru măsurarea energiei de repaus a unei particule elementare, adică energia corespunzătoare masei de repaus m_0 dată de relaţia $W_0 = m_0 c^2$, în care c este viteza undelor electromagnetice în vid), definit ca fiind energia pe care o cîştigă un electron care străbate o diferenţă de potenţial de un volt. 1 eV = $= 1{,}60206 \cdot 10^{-19}$ J.

---

[1]) În trecut s-a folosit caloria de 15°. (1 cal de 20°=0,9990 cal de 15°.)

Scanned with OKEN Scanner

În tabela 199 sînt indicate unităţile engleze şi americane pentru lucru mecanic şi energie.

Tabela 199

Unităţi de lucru mecanic şi energie engleze şi americane

Denumirea	Relaţii
footpoundal (ft. pdl)	1 ft. pdl = 0,04214 J
foot pound (lb. ft)	1 lb. ft = 1,35582 J
inch pound (lb. in)	1 lb. in = 0,113 J
Btu (unitatea britanică de căldură)	1 Btu = 1 055,06 J
Chu (sau Pcu) (unit. brit. de temp.)	1 Chu = 1 899 J

B. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI PENTRU PUTERE*

Putere (P): energia primită sau cedată de un sistem fizic sau tehnic în unitatea de timp, respectiv lucrul mecanic efectuat de un sistem fizic sau tehnic în unitate de timp ($P = W/s$). Dimensiuni: în sistemele S.I. şi L.M.T., $[P] = L^2MT^{-3}$; în sistemul L.F.T. (MKfS), $[P] = LFT^{-1}$.

Watt (W) unitate de putere în sistemele S.I. şi M.K.S. egală cu puterea care dezvoltă în mod uniform o energie de un joule pe secund (1 W = 1J/s);

— *erg pe secundă* (erg/s): unitate C.G.S. de putere, 1 erg/s = 10^{-7} W;

— *kilogram-forţă-metru pe secundă* (kgfm/s): unitate MKfS de putere. 1 kgfm/s = 9,80665 W;

— *cal putere* (CP) unitate multiplă a unităţii MKfS de putere: 1 CP = 75 kgfm/s = 736 W = 0,736 kW;

— *calorie pe secundă* (cal/s) (unitate în afară de sisteme, pentru puterea calorică). (1 cal/s = 4,187 W = 0,427 kgfm/s). Multiplu: kilocaloria pe secundă (kcal/s). 1 kcal/s = 4187 J/s = 4187 W = = 427 kgfm/s.

Unităţile engleze şi americane pentru putere, sînt unităţile de lucru mecanic (energie) indicate în tabela 199 luate pe secundă.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul

5 MĂRIMI ANALITICE

1. DENSITATEA ŞI CONCENTRAŢIA

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Densitate (masă volumică; ρ) a unui corp omogen din punct de vedere al distribuţiei maselor: mărime fizică scalară definită prin raportul dintre masa corpului şi volumul său. Este mărime derivată, în toate sistemele. În sistemele SI şi LMT, are dimensiunile $[\rho] = L^{-3} M$. În sistemul LFT, are dimensiunile $L^{-4}FT^2$;

— *densitate medie* (ρ_m) a unui corp neomogen din punct de vedere al distribuţiei maselor: mărime fizică scalară definită prin raportul dintre

---

Bibliografie:

Cisman A., Fizica Generală, Editura Tehnică Bucureşti 1957.
Bărbulescu MN., Ţiţeica, R., Voinarovski, R. Eftimiu, C., Timotin, A., Bîrcă-Gălăţeanu, N., Fizica, vol. I, Ed. Did. şi Ped. Bucureşti. 1964.
Delecourt, A., Turcan, J. Introduction à une deuxième étude de la Physique, vol. I. şi II. Ed. Dunod-Paris, 1948.
Denis-Papin, M., Wallot, J., Mètrologie Générale, vol. I şi II. Ed. Dunod-Paris, 1955.
Ivanovici, Gh., Metrologie Generală şi Aplicată, Ed. Did. şi Ped. Bucureşti, 1962.
Gruszniczki, F., Vintilescu L., Popescu Gh., Tehnica măsurării mărimilor analitice, Ed.Did. şi Ped., Bucureşti 1964.
Solomon M., Viscozitatea şi elemente de teorie a viscozităţii. Editura Tehnică, Bucureşti, 1956.
Lexiconul Tehnic Român, vol. 1... 14. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1957 ...1965.
Dicţionar Enciclopedic Român,. vol. 1 ... 3. Ed. Polit. Bucureşti, 1962—1965.
Colecţia O.S.S. de standarde de stat (STAS).
Colecţia O.S.M. de Instrucţiuni de verificare a mijloacelor de măsurare.
Prospecte de aparate.

Scanned with OKEN Scanner

masa unui element de volum (Δm) al corpului și volumul (ΔV) acelui element ($\rho_m = \Delta m/\Delta v$);

— *densitate relativă* (masă volumică relativă; *d*) a unui corp este raportul dintre densitatea (masa volumică) a acelui corp și densitatea (masa volumică) a unui corp de referință, aflat în stare dată. (În lipsa unei alte indicații, se ia drept corp dereferință, pentru solide și lichide, apa distilată fără urme de gaze, la temperatura de + 4°C pentru care densitatea sa este maximă și la presiunea de 1,011325 bar, iar pentru gaze, aerul atmosferic uscat, la temperatura de 0°C și presiunea de 1,011325 bar). Densitatea relativă nu are dimensiuni; se exprimă prin numere pure.

La indicarea densității, a densității medii, sau a densității relative (în determinările de precizie), trebuie să se menționeze temperatura (ex. $\rho\ (^{20})$; d°) — presiunea (ex. ρ^{760}) sau ambele (ex. $d\ ^{(0;\ 760)}$.

Kilogram pe metru cub (kg/m³) unitatea SI de densitate;

— *kilogram pe decimetru cub* (kg/dm³), unitate tolerată de densitate (1 kg/dm³ = 10^3 kg/m³);

— *gram pe centimetru cub* (g/cm³) unitate C.G.S., de densitate (1 g/cm³ = 1 kg/dm³ = 10^3 kg/m³).

Concentrație: raportul dintre cantitatea de substanță solidă, lichidă sau gazoasă dizolvată și cantitatea de solvent sau cantitatea de soluție obținută, respectiv dintre cantitatea de dizolvat și cantitatea de solvent sau dintre cantitatea de dizolvat și cantitatea soluției obținute;

— *fracțiune molară*: raportul dintre numărul de moli n_i al unui component și numărul total de moli din sistem x_i; ($x_i = n_i/\Sigma n_i$). Într-un sistem chimic suma fracțiunilor molare ale componenților este egală cu unitatea;

— *concentrație molară* (molecularitate): numărul de moli de substanță dizolvată conținut într-un decimetru cub de soluție (Variază cu temperatura);

— *concentrație valară* (normalitate): numărul de echivalenți gram (val) de dizolvat aflat într-un decimetru cub de soluție. (Variază cu temperatura);

— *concentrație molalică* (molaritate): numărul de moli de substanță dizolvată într-un kilogram de dizolvant. (Nu depinde de temperatură);

— *concentrație în procente de masă*: raportul procentual dintre masa unui component și masa totală a soluției;

— procent de masă ($P_m\%$) al unei soluții binare: raportul dintre masa corpului pur dizolvat și masa soluției, multiplicat cu 100; ($P_m\% = 100$ masa dizolvat/masa soluție);

— *concentrație în procente de volum*: raportul procentual dintre volumul componentului în stare nedizolvată și volumul soluției;

Scanned with OKEN Scanner

— procent de volum ($P_v\%$) al unei soluții binare: raportul dintre volumul corpului pur disolvat și volumul soluției, multiplicat cu 100; ($P_v\% = 100$ v dizolvat /v soluție).

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A DENSITĂȚII ȘI CONCENTRAȚIEI*

Areometre (fig. 187 și fig. 188): aparate de măsurat fie densitatea, fie concentrația soluțiilor, bazate pe principiile echilibrului hidrostatic, putînd fi dotate sau nu cu termometru. Pot fi: de orientare, tehnice și de laborator;

— *densimetre*: areometre gradate în unități de densitate. Citățm:

— densimetre de uz general (pentru lichide mai ușoare sau mai grele ca apa) simbol MD-A, cele de orientare avînd diviziunea de 0,01 g/cm³, cele tehnice de 0,001; 0,002 sau 0,005 g/cm³, și cele de laborator de 0,0001; 0,0002 sau 0,0005, reperul cel mai de sus trebuind să fie la o distanță de cel puțin 20 mm de capătul superior al tijei iar cel mai de jos, la cel puțin 5 mm de locul unde tija își schimbă diametrul. Gradarea este în unități de densitate relativă, la temperatura de 20°C, ca unitate de densitate fiind luată densitatea apei distilate aflată la presiunea normală și temperatura de 4°C (gradare 20/4°C), densitățile exprimate fiind numeric egale cu densitatea în g/cm³, citirea făcîndu-se la partea inferioară a meniscului. Eroarea tolerată: ± valoarea unei diviziuni, iar a termometrelor (la termodensimetre), ± 1/2 din valoarea unei diviziuni la cele gradate din grad în grad sau jumătăți de grad și ± 1 diviziune, la cele cu diviziunea de 0,2°C sau 0,1°C;

— densimetre pentru produse petroliere (simbol MD-B): se construiesc în serii (truse), pentru acope-

Fig. 187. Areometru fără termometru.

Fig. 188. Areometru cu termometru.

rirea domeniului 650 ... 1 000 g/cm³, fiecare densimetru avînd un domeniu de 0,070 g/cm³. Sînt gradate pentru temperatura 20/4°C, avînd valoarea diviziunii ca la cele de uz general, la cele pentru produse petroliere opace citirea făcîndu-se la partea superioară a meniscului, erorile tolerate fiind ca la cele de uz general;

— densimetre pentru acumulatoare (STAS 4385-59) (pentru densitatea soluţiilor din acumulatoare simbol MD-C): se construiesc pentru două domenii: 1,10 ... 1,30 g/cm³ sau 1,120 ... 1,220 g/cm³, cu valoarea diviziunii de 0,01; 0,005 sau 0,002 g/cm³; gradarea la + 20/4°C pentru citirea la partea inferioară a meniscului, erorile tolerate fiind ca la cele de uz general;

— lactodensimetre (simbol MD-F) (STAS 4384-54); se construiesc pentru domeniul 1,015 ... 1,040 g/cm³, cu valoarea diviziunii de 0,001 sau 0,0005 g/cm³, gradarea la + 20/4°C pentru citirea la partea superioară a meniscului, erorile tolerate fiind ca la cele de uz general;

— densimetre pentru apa de mare (simbol MD-D: se construiesc în truse pentru acoperirea domeniului 1,000 ... 1,040 g/cm³, cu valoarea diviziunii 0,001; 0,0002 sau 0,0001 g/cm³, gradarea fiind pentru temperatura de 17,5°C, unitatea fiind densitatea apei la presiunea normală şi temperatura 17,5°C (gradare 17,5/17,5°C), putînd fi gradate şi pentru + 20/4°C) citirea fiind la partea superioară a meniscului. Erorile tolerate sînt aceleaşi ca la densimetrele de uz general;

— urodensimetre (simbol MD-E) se construiesc pentru două domenii: 1,000 ... 1,060 g/cm³ sau 1,000 .... 1,050 g/cm³, cu valoarea diviziunii 0,002 sau 0,001 g/cm³, gradarea fiind pentru + 20/4°C şi pentru citirea la marginea inferioară a meniscului, erorile tolerate fiind ca la cele de uz general.

Domeniile de utilizare ale densimetrelor sînt indicate în tabela 200. Verificările se fac iniţial şi la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 32-62. Verificarea se face prin comparare cu densimetre etalon, în soluţiile indicate în tabela 201 şi cu aplicarea corecţiilor pentru temperaturi de gradare la diferite densităţi, indicate în tabela 202;

— *areometre gradate* în unităţi de concentraţie (procente de masă sau de volum). Citām:

— alcoolmetre (simbol MD-G) pentru măsurarea concentraţiilor soluţiilor alcoolice, cu gradarea la + 20/4°C (cele mai vechi, cu gradarea + 15/4°C); se construiesc în serii pentru acoperirea domeniului 0 ... 103% (procentul aparent putînd întrece 100%); cele fără termometru au valoarea diviziunii în % de 1 şi domeniul de măsurare 0 ... 100; 0 ...50 sau 50 ... 100% eroarea tolerată fiind ± 0,5%, sau valoarea diviziunii 0,5%, cu domeniul de măsurare 0 ... 50 sau 50 ... 100% şi eroarea tolerată ± 0,25%; cele cu termometru au valoarea diviziunii 0,2% şi domeniul

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 200

Domeniile de utilizare ale densimetrelor

Nr. crt.	Denumirea densimetrelor	Domeniul de întrebuințare	Domeniul de măsurare	Diviziunea minimă	Temperatura de gradare °C
1	Densimetre pentru produse petroliere	Determinarea densității produselor petroliere	0,650...1,000 (trusă)	0,0020 0,0010 0,0005 0,0002 0,0001	20/4
2	Densimetre pentru acumulatoare	Determinarea densității soluțiilor de electroliți din acumulatoare	1,10...1,30 sau 1,120...1,220	0,01 0,0050 0,0020	20/4
3	Urodensimetre	Determinarea densității urinei	1,000...1,060 sau 1,000...1,050	0,0020 0,0010	20/4
4	Lactodensimetre	Determinarea densității laptelui integral și smîntînit	1,015...1,040	0,0010 0,0005	20/4
5	Densimetre pentru apa de mare	Determinarea densității apei de mare	1,000...1,040 (trusă)	0,0010 0,0020 0,0001	17,5/17,5 sau 20/4
6	Densimetre de uz general pentru lichide mai ușoare și mai grele ca apa	Determinarea densității lichidelor mai ușoare și mai grele ca apa	0,600...2,000 (trusă)	0,01 0,0050 0,0020 0,0010 0,0005 0,0002 0,0001	20/4

de măsurare 0 ... 14; 14 ... 44; 43 ... 73; 72 ... 102 și eroarea tolerată ± 0,2; cele cu valoarea diviziunii 0,1% pot fi cu sau fără termometru și cu domeniile 0 ... 11 (sau 0 ... 5; 4 ... 12; 12 ... 20%); 10 ... 21, 20 ...31 etc. iar ultimul din serie 90 ... 103%, eroarea tolerată fiind ± 0,1%;

— zaharometre (simbol MD-H) pentru măsurarea concentrațiilor soluțiilor de zahăr. Se construiesc pentru citirea la partea de jos a meniscului; cele cu valoarea diviziunii 1% (de orientare) au domeniul 0 ... 11% și eroarea tolerată ± 1%; cele cu valoarea diviziunii 0,5% (tehnice) au domeniul 10 ... 21% și eroarea tolerată ± 0,5 % sau au

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 201

Lichidele folosite pentru verificarea areometrelor

Nr. crt.	Lichidele folosite la verificarea areometrelor	Denumirea areometrelor	Limitele de măsurare ale areometrelor
1	Gazolină, eter de petrol, benzine, benzen și amestecurile lor	Densimetre de uz general	0,650...0,850 g/ml
		Densimetre pentru produse petroliere	0,650...0,850 g/ml
2	Soluții de alcool etilic cu apă distilată	Densimetre de uz general	0,850...0,950 g/ml
		Densimetre pentru produse petroliere	0,850...0,950 g/ml
		Alcoolmetre	0...100%
3	Soluții de acid sulfuric chimic pur cu alcool etilic de 80% în greutate (sulfospirt)	Densimetre de uz general și densimetre pentru produse petroliere	0,950...1,000 g/ml
		Lactodensimetre	0,950...1,000 g/ml
		Densimetre pentru apa de mare	1,015...1,040 g/ml
		Alcoolmetre de laborator	1,000...1,040 g/ml 0... 30%
		Cleimetre	0... 50%
4	Soluții de acid sulfuric chimic pur cu apă distilată	Densimetre de uz general	1,000...1,840 g/ml
		Densimetre pentru acumulatoare	1,000...1,300 g/ml
		Urometre	1,000...1,060 g/ml
		Zaharometre	0... 90%
		Areometre pentru sare	10...25%
5	Soluții de azotat de mercur în acid azotic cu densitatea de 1,2 g/ml	Densimetre de uz general	1,840...2,000 g/ml

valoarea diviziunii 0,2% și domeniul 20 ... 31% și eroarea tolerată ± 0,2%; cele cu valoarea diviziunii 0,1% au domeniile 30 ... 41, 40 ... 51 etc. ultimul fiind 80 ... 91%, eroarea tolerată fiind ± 0,1%. Zaharometrele folosite în industria berii și alcoolului se gradează pentru citirea la partea de sus a meniscului;

— c l e i m e t r e (simbol MD-I) pentru măsurarea concentrației soluțiilor de clei industrial. Se construiesc pentru domeniul 0% ... 50% sau fragmentat 0 ... 25 și 25 ... 50% cu valoarea diviziunii de 1% (tehnice)

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 202

Corecțiile pentru temperaturile de gradare ale densimetrelor la diferite densități*)

Densitatea soluției	Temperaturi de gradare ale densimetrelor care se compară						
	De la 15/4 la 20/4°C	De la 15/15 la 20/4°C	De la 17,5/17,5 la 20/4°C	De la 20/20 la 20/4°C	De la 15/4 la 20/20°C	De la 15°/15 la 15/4°C	De la 17,5/17,5 la 15/4°C
	Corecții exprimate în densitate						
0,6	—0,00007	—0,00059	—0,00081	—0,00106	+0,00099	—0,00052	—0,00074
0,7	008	069	094	124	116	061	086
0,8	010	080	108	142	132	070	098
0,9	011	090	121	159	148	079	110
1,0	—0,00012	—0,00099	—0,00135	—0,00177	+0,00165	—0,00087	—0,00123
1,1	013	109	146	195	182	096	135
1,2	014	119	161	212	198	105	147
1,3	016	130	175	230	214	114	159
1,4	017	139	189	248	231	122	172
1,5	—0,00018	—0,00149	—0,00202	—0,00265	+0,00247	—0,00131	—0,00184
1,6	019	159	215	283	264	140	196
1,7	020	169	228	301	281	149	208
1,8	022	178	243	319	297	157	221
1,9	023	189	256	336	313	166	233
2,0	—0,00024	—0,00199	—0,00269	—0,00354	+0,00320	—0,00175	—0,00240

*) Pentru trecerea inversă (ex.: de la 20/4 la 15/4°C) se va schimba semnul corecției din tabelă.

Scanned with OKEN Scanner

și eroarea tolerată ± 1%, sau cu valoarea diviziunii 0,5% și eroarea tolerată ± 0,5%, gradarea făcîndu-se pentru temperatura de 75/4°C, citirea fiind la partea superioară a meniscului;

— a r e o m e t r e p e n t r u s a r e, pentru măsurarea concentrației soluțiilor de sare; se construiesc pentru procente de masă la temperatura de 15°C, cu domeniul de măsurare de la 10%, la 25%, valoarea diviziunii fiind 1% și eroarea tolerată ±1% sau de 0,5% și eroarea tolerată ± 0,5%. Aerometrele gradate în unități de concentrație se verifică inițial și la doi ani (cele cu termometre la trei ani) în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 32-62, la fel ca la densimetre, marcarea făcîndu-se pe corpul areometrului. Pentru cele care urmează a fi folosite ca etaloane în întreprinderi, se eliberează certificate de etalonare în care se înscriu corecțiile pentru fiecare punct verificat;

— *balanțe hidrostatice* sistem Mohr-Westphal: balanțe simple cu pîrghie cu brațe neegale, prevăzută la un capăt cu o contragreutate terminată cu un indicator care se deplasează în fața unei scări gradate sau a unui indice fix și la celălalt capăt cu un cuțit de sarcină de care prin intermediul unei paftale se atîrnă un plutitor de sticlă cu volumul de 5 sau 10 cm³. Brațul pîrghiei de care se atașează plutitorul este prevăzut cu zece crestături echidistante în care se așază călărețiide echilibrare (serie de 5, din care 2 identici, fiecare cu masa egală cu greutatea volumului de apă distilată dezlocuit de plutitor și de porțiunea de sîrmă de care este suspendat plutitorul, la temperatura de calibrare a brațului și ceilalți cu masa egală cu a 10-a, a 100-a, și a 1 000-a parte din primii). Funcționarea se bazează pe principiul echilibrului hidrostatic (plutitorul cufundat într-un lichid produce dezechilibrarea balanței prealabil echilibrată în aer, restabilirea echilibrului făcîndu-se cu călărețiii) la indicații trebuind să se aplice corecțiile pentru găsirea densității reale a lichidului la temperatura t de calibrare a balanței. În tabelele 203 și 204 sînt indicate corecțiile de adăugat la cîntăririle efectuate cu balanțe cu plutitor de 5 cm³ și de 10 cm³, gradate la 20/4° C și 15/4°C, iar în tabela 205 densitatea apei între +10°C și + 30°C. Pentru determinarea densității corpurilor solide, se înlocuiește plutitorul cu un taler dublu, unul prevăzut cu orificii pe care se așază corpul (a cărui masă trebuie să fie mai mică decît diferența dintre masa plutitorului și masa talerului dublu) iar celălalt pentru adăugarea tarei de echilibrare. Ridicînd corpul de pe taler se citește indicația balanței g_1 apoi se restabilește echilibrul cu călărețiși se citește indicația g_2. Raportul g_1/g_2 este valoarea densității corpului. Condiții metrologice: s e n s i b i l i t a t e a să fie astfel încît o suprasarcină de 3 mg aplicată pe a zecea crestătură după echilibrarea în aer cu plutitor sau taler, să devieze balanța cu minimum 0,5 mm; erori tolerate la indicații ± 0,0005 unități de densitate, la gradarea brațului 3 mg, la călărețiide 10; 1; 0,1 și 0,01 greu-

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 203

Corecţii de adăugat la cîntăririle efectuate cu balanţa Mohr-Westphal cu plutitorul de 5 ml, gradată la 20/4° C sau 15/4°C

Densitatea citită la balanţă	Constanta capilară a lichidului, în mg/mm				
ϱ	α = 1	α = 3	α = 5	α = 7	α = 9
0,6	+ 0,000045	+0,0003	+0,0006	+0,0008	+0,0010
0,7	— 0,0002	+0,0001	+0,0003	+0,0006	+0,0008
0,8	— 0,0004	—0,0001	+0,0001	+0,0004	+0,0006
0,9	— 0,0006	—0,0003	—0,0001	+0,0002	+0,0004
1,0	— 0,0008	—0,0006	—0,0003	—0,0001	+0,0002
1,1	— 0,0010	—0,0008	—0,0005	—0,0003	0,0000
1,2	— 0,0012	—0,0010	—0,0007	—0,0005	—0,0002
1,3	— 0,0014	—0,0012	—0,0009	—0,0007	—0,0004
1,4	— 0,0017	—0,0014	—0,0012	—0,0009	—0,0007
1,5	— 0,0019	—0,0016	—0,0014	—0,0011	—0,0009
1,6	— 0,0021	—0,0018	—0,0016	—0,0013	—0,0011
1,7	— 0,0023	—0,0021	—0,0018	—0,0016	—0,0013
1,8	— 0,0025	—0,0023	—0,0020	—0,0018	—0,0015
1,9	—0,0027	—0,0025	—0,0022	—0,0020	—0,0017
2,0	— 0,0029	—0,0027	—0,0024	—0,0022	—0,0019

tăţi-unitate valoare nominală, de ± 1; ± 0,5; ± 0,3 şi ± 0,1 în ordinea valorilor nominale, la călăreţii de 5; 0,5; 0,05 şi 0,005 greutăţi unitate valoare nominală, de ± 0,5; ± 0,3; ± 0,3 şi ± 0,1, în ordinea valorilor nominale, la termometre cu diviziunea de 1°C sau 0,5°C, de ± 1/2 diviz. iar la cele de 0,2°C sau 0,1°C, de ± 1 diviz. Verificările balanţelor se fac iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 114-62, a călăreţilor conform Instrucţiunilor 63-58 şi a termometrelor conform Instrucţiunilor 73-62. Marcarea se face pe postament sau pe o plombă ataşată acestuia;

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 204

Corecţii de adăugat la cîntăririle efectuate cu balanţa Mohr-Westphal cu plutitor de 10 ml, gradată 20/4°C sau 15/4°C

Densitatea citită la balanţă	Constanta capilară a lichidului, în mg/mm				
ϱ	α = 1	α = 3	α = 5	α = 7	α = 9
0,6	+ 0,0003	+0,0004	+0,0005	+0,0006	+0,0008
0,7	+ 0,0001	+0,0002	+0,0003	+0,0005	+0,0006
0,8	— 0,0001	+0,0001	+0,0002	+0,0003	+0,0004
0,9	— 0,0002	—0,0001	0,0000	+0,0001	+0,0003
1,0	— 0,0004	—0,0003	—0,0002	0,0000	+0,0001
1,1	— 0,0006	—0,0004	—0,0003	—0,0002	—0,0001
1,2	— 0,0007	—0,0006	—0,0005	—0,0004	—0,0002
1,3	— 0,0009	—0,0008	—0,0007	—0,0005	—0,0004
1,4	— 0,0011	—0,0009	—0,0008	—0,0007	—0,0006
1,5	— 0,0012	—0,0011	—0,0010	—0,0009	—0,0007
1,6	— 0,0014	—0,0013	—0,0012	—0,0010	—0,0009
1,7	— 0,0016	—0,0014	—0,0013	—0,0012	—0,0011
1,8	— 0,0017	—0,0016	—0,0015	—0,0014	—0,0012
1,9	— 0,0019	—0,0018	—0,0017	—0,0015	—0,0014
2,0	— 0,0021	—0,0020	—0,0018	—0,0017	—0,0016

— *aparate ebulioscopice* pentru determinarea informativă a concentraţiei în procente de volum a băuturilor alcoolice; se bazează pe determinarea punctului de fierbere a amestecului alcoolic în condiţii de presiune prestabilite; amestecurile alcoolice pot avea punctul de fierbere cuprins între 100°C (apă) şi 78,4°C (alcool), pentru o anumită concentraţie corespunzînd unui anumit punct de fierbere. Cele mai cunoscute sînt:

— aparate tip Malligand compuse dintr-un fierbător tronconic închis la partea superioară cu un capac prevăzut cu două orificii, unul pentru un termometru cu cot aşezat pe o placă pe care culisează o riglă mobilă cu scară gradată şi altul cu filet în care se înşurubează un

Scanned with OKEN Scanner

Densitatea apei între + 10°C și + 30°C

t°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	0,99973	0,99972	0,99971	0,99970	0,99969	0,99968	0,99967	0,99966	0,99965	0,99964
11	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54
12	52	51	50	49	48	47	45	44	43	42
13	40	39	38	37	35	34	33	31	30	28
14	27	26	24	23	21	20	19	17	16	14
15	13	11	10	08	06	05	03	02	00	0,99899
16	0,99897	0,99895	0,99894	0,99892	0,99890	0,99889	0,99887	0,99885	0,99884	82
17	80	78	77	75	73	71	69	68	66	64
18	62	60	58	57	55	53	51	49	47	45
19	43	41	39	37	35	33	31	29	27	25
20	23	21	19	17	15	12	10	08	06	04
21	02	00	0,99797	0,99795	0,99793	0,99791	0,99789	0,99786	0,99784	0,99782
22	0,99780	0,99777	75	73	70	68	66	63	61	59
23	56	54	52	49	47	44	42	40	37	35
24	32	30	27	25	22	20	17	15	12	10
25	07	04	02	0,99699	0,99697	0,99694	0,99691	0,99689	0,99686	0,99684
26	0,99681	0,99678	0,99676	73	70	67	65	62	59	57
27	54	51	48	46	43	40	37	34	32	29
28	26	23	20	17	14	12	09	06	03	00
29	0,99597	0,99594	0,99591	0,99588	0,99585	0,99582	0,99579	0,99576	0,99573	0,99570
30	67	64	61	58	55	52	49	46	43	40

Scanned with OKEN Scanner

refrigerent. Scara este gradată în procente de volum la + 15°C în raport cu apa la aceeaşi temperatură (gradare 15/15°C). Domeniile de măsurare: 0 ... 15° alcoolice; 0 ... 20° alcoolice; 0 ... 25° alcoolice. Valoarea diviziunii: 0,1 sau 0,2 grade alcoolice; erorile tolerate: ± 0,2° alcoolice şi respectiv 0,3° alcoolice. Se verifică prin comparaţie cu alcoolmetre-etalon, cu soluţii alcoolice prealabil pregătite;

— aparate tip Salleron, în principiu cu aceleaşi părţi componente ca la cele tip Malligand, au termometrul drept, gradat de la + 85°C ... 101°C, cu valoarea diviziunii de 0,1°C şi imersie parţială. Pentru determinarea tăriei alcoolice se foloseşte o riglă specială sau un disc pe care se află o scară gradată (fixă) în procente de alcool de la 0%...15% şi una mobilă gradată în grade Celsius, de la +89°C pînă la 101°C. În fierbător se introduc 15 cm³ apă şi 50 cm³ soluţie alcoolică, prin orificiul în care se aşază termometrul. Citirile temperaturilor de fierbere sînt transformate în tării alcoolice cu ajutorul riglei speciale de calcul.

Verificările aparatelor ebulioscopice se fac iniţial şi la doi ani, conform normelor interne de verificare;

— *efuziometre:* aparate de măsurat densitatea gazelor bazate pe relaţia existentă între vitezele de curgere ale gazelor şi densităţile acestora. Dacă printr-un orificiu se scurg succesiv două gaze diferite de volum egal, la aceeaşi presiune, densităţile lor fiind d_1 şi d_2 iar timpul de scurgere t_1 şi t_2 atunci $d_1/d_2 = t_1^2/t_2^2$. Dacă se ia în raport cu aerul avînd densitatea egală cu 1, atunci $d_1 = t_1^2/t^2_2$. Sînt alcătuite dintr-un cilindru de sticlă cu un anumit diametru, pe care se află două repere care delimitează un anumit volum. Cilindrul are la partea superioară un capac prevăzut cu două tuburi, unul de umplere şi altul de evacuare, cel din urmă fiind prevăzut cu o placă subţire de platină cu un orificiu mic, calibrat. Cilindrul este introdus într-un alt cilindru mai mare, în care se introduce apă distilată pînă depăşeşte reperul superior al cilindrului introdus, apoi în acesta din urmă se introduce aer. Deschizîndu-se robinetul tubului de evacuare, apa va împinge gazul din tub al cărui timp de ieşire se cronometrează. În aceleaşi condiţii se determină şi pentru gazul de cercetat şi se aplică relaţia arătată. Se verifică numai termometrul şi cronometrul, în conformitate cu Instrucţiunile respective;

— *aparate electrice de măsurat* [1]) *concentraţia de* CO_2; sînt aparate bazate pe efectul conductibilităţii termice diferite a două gaze asupra rezistenţelor braţelor încălzite ale unei punţi Wheatstone care se află în mediul acestor gaze. Fac parte din categoria aparatelor de determinări

---

[1]) Fac parte din categoria aparatelor electrice de măsurat mărimi neelectrice.

Scanned with OKEN Scanner

continue. Funcţionează potrivit schemei din fig. 189. Traductorul (care transformă concentraţia de CO_2 în diferenţă de potenţial între capetele diagonalei de măsurare a punţii) este puntea, ale cărei braţe sînt fire de platină încălzite de curentul electric pînă la aceeaşi temperatură de referinţă şi sînt întinse fiecare de-a lungul unei camere de gaz cilindrice (R_1 şi R_3 — braţele punţii în aer; R_2 şi R_4 — braţele punţii în curent de gaz; R_5 — rezistenţă reglabilă; A — ampermetru pentru măsurarea curentului de alimentare; M — milivoltmetru indicator). Cînd în toate cele patru camere se află acelaşi gaz, puntea este în echilibru şi aparatul indicator este la zero. Cînd două gaze de conductibilitate termică diferită (aer şi amestec [1]) gazos CO_2) se află fiecare în două camere opuse, se produce un dezechilibru (datorită vitezei diferite de cedare a căldurii de către cele două perechi de braţe ale punţii aflate în medii de conductibilitate termică diferită, temperatura acestora va fi diferită şi ca urmare diferă şi rezistenţa lor electrică). În tabela 206 sînt indicate valorile conductibilităţii termice relative ale diferitelor componente probabile ale unui amestec gazos de analizat. Principiul conductibilităţii termice pentru măsurarea concentraţiei gazelor în amestec

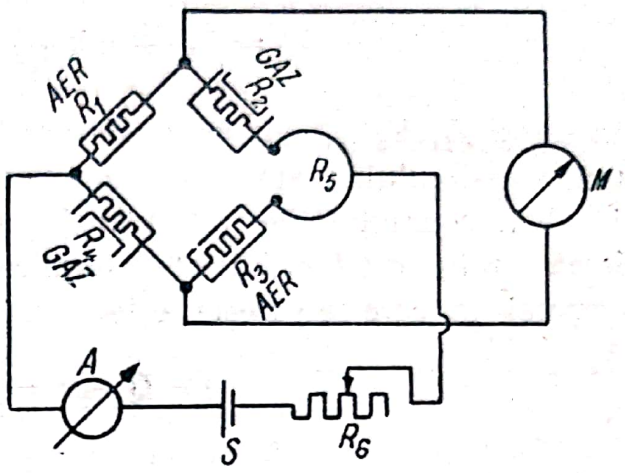


Fig. 189. Schema electrică a traductorului de CO_2.

Tabela 206

Conductibilitatea termică a gazelor

Gazul	Temperatura °C	Conductib. termică	Gazul	Temperatura °C	Conductib. termică
aer	0	1,000	H_2O	100	0,973
aer	100	1,280	N_2	0	0,998
SO_2	0	0,344	O_2	0	1,015
CO_2	0	0,614	CH_4	0	1,318
CO	0	0,964	H_2	0	7,130
NO	0	0,933	H_2S	0	0,538

[1]) Pe acelaşi principiu se realizează aparate şi pentru alte amestecuri de gaze.

Scanned with OKEN Scanner

se bazează pe faptul că dependența dintre conductibilitatea termică λ_1 λ_2 etc a gazelor în amestec și conductibilitatea λ_a a amestecului este o funcție liniară de forma

$$\lambda_a = \lambda_1 \frac{V_1}{V} + \lambda_2 \frac{V_2}{V} + \lambda_3 \frac{V_3}{V} + \ldots,$$

în care: V_1, V_2 ... sînt volumele parțiale ale componenților și V volumul amestecului, toate la presiunea considerată, iar rapoartele V_1/V, V_2/V ... concentrațiile relative ale componenților [1]). Căldura q transferată prin conductibilitate termică de firul unui braț peretelui camerei în care se găsește, este

$$q = Q - r = \frac{\pi l \cdot \Delta t}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{D}{d}}$$

de unde rezultă:

$$\lambda = \frac{(Q - r) \ln \frac{D}{d}}{2\pi l \Delta t},$$

în care: Q este căldura totală transferată de fir prin conductibilitate și radiație; r — căldura radiată de fir; l — lungimea firului; d — diametrul firului; D — diametrul camerei; $\Delta t = t_f - t_c$ — diferența dintre temperatura firului și temperatura peretelui camerei. Dacă Q, d, l, D și t_c sînt constante, pentru o anumită căldură dată firului, r ia o anumită valoare, temperatura sa t_f și deci rezistența sa va depinde numai de conductibilitatea gazului, respectiv de concentrația sa. Unele aparate (tip Willy Giede) sînt construite pentru circulația aerului de referință cu debit constant prestabilit, iar altele (tip GEUK-21) sînt construite astfel încît echilibrul punții să fie atins pentru cazul cînd aerul este în repaus în camerele de aer și circulă cu o anumită viteză în cele de gaz. Condiții tehnice de funcționare și condiții metrologice: circulația apei de răcire trebuie să realizeze răcirea gazului la 20 ... 25°C; tensiunea de ieșire a sursei de alimentare să nu depășească valoarea nominală cu mai mult de $\pm$ 5% la sarcină corespunzătoare; variația tensiunii rețelei între 80 V și 140 V (sau 180 V și 250 V pentru cazul stabilizatorului-redresor de tensiune conectat la rețea de 110 V sau respectiv 220 V) și frecvența constantă trebuie să nu schimbe tensiunea de ieșire cu mai mult de 1% din tensiunea nominală la sarcină corespunzătoare; variația frecvenței cu $\pm$ 1% față

[1]) Dacă unul din componenți este hidrogen sau heliu, relația nu mai este strict valabilă și principiul nu mai poate fi utilizat.

Scanned with OKEN Scanner

de 50 Hz nu trebuie să schimbe tensiunea redresată cu mai mult de ± 2%; valoarea curentului de alimentare a punții în timpul măsurării trebuie să nu se abată cu mai mult de ± 2,5% din valoarea nominală de regim a curentului; timpul de la conectarea aparatului sub tensiune la conducta de gaz pînă la obținerea unei indicații constante, nu trebuie să depășească 10 minute; după închiderea circuitului de gaz și conectarea la aer, acul aparatului trebuie să se reîntoarcă la reperul zero în maximum 5 min. cu o abatere maximum de ± 1,5% din indicația maximă a aparatului; timpul de amortizare a oscilațiilor acului indicator nu trebuie să depășească 15 s; valoarea efectivă a rezistenței interioare a aparatului indicator și înregistrator nu trebuie să difere de valoarea nominală cu mai mult de ±10% din aceasta; rezistența de izolație a conductorilor electrici față de aparatul indicator, cel puțin 2 MΩ, față de blocul receptor, cel puțin 3 MΩ și față de corpul stabilizator-receptor, cel puțin 20 MΩ; ampermetrul și milivoltmetrele indicatoare, trebuie să fie de clasa 1 sau 1,5; eroarea de gradare a milivoltmetrelor indicatoare ± 1,5% din indicația max.; eroarea de indicație ± 1,5% din indicația maximă pentru fiecare 10° C de temperatură abatere. Verificarea se face inițial și anual, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 127-58, prin comparație cu aparate etalon și cu un aparat chimic-etalon. Marcarea se face pe plumburile atașate receptorului, indicatorului și înregistratorului. Se eliberează buletine de comparație în care se trec datele de identificare, punctele la care s-a făcut verificarea și abaterile găsite, precum și mențiunea admis sau respins;

— *aparate electrice de măsurat concentrații de CO și CO + H_2* se bazează pe creșterea rezistenței electrice a unui fir de platină încălzit prin efectul căldurii de reacție care se produce la oxidarea catalitică a CO sau H_2. Fac parte din categoria aparatelor pentru determinări continue. Schema de măsurare a aparatelor pentru CO + H_2 (fig. 190) cuprinde o punte Wheatstone ale cărei brațe sînt rezistențe electrice încălzite de curentul de alimentare la aceeași temperatură de referință. Unul din brațe *1* este traductorul și este plasat în camera prin care trece gazul de analizat (camera de reacție), al doilea *2*, identic cu primul, este plasat în camera cu aer (camera de referință) iar celelalte două *3* și *4* sînt rezistențe fixe, din manganină. Reostatul *5* reglează curentul furnizat de sursa de curent *6*. Indicațiile sînt date de un miliampermetru *7* care de obicei este gradat direct în % de volum. Pot fi combinate pentru determinări de CO_2 și CO + H_2 conform schemei din fig. 191, în care *1* este puntea pentru determinări

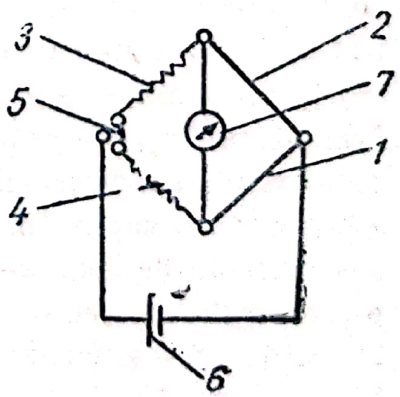


Fig. 190. Schema de măsurare a aparatelor de CO + H_2.

Scanned with OKEN Scanner

de CO_2; *2* — rezistența din camera de reacție; *3* — rezistența din camera de referință, *4* și *5* — rezistențe de referință; *6* — indicator de $CO + H_2$ *7* — reostat; *8* — miliampermetru indicator al curentului de alimentare; *9* — redresor-stabilizator; *10* — sursa de curent. Amestecul gazos (CO sau $CO + H_2$) din gazul de cercetat trecînd peste rezistența încălzită de curentul de alimentare se oxidează, reacția fiind exotermă și deci ridică temperatura rezistenței din camera de reacție în timp ce aceea din camera de referință nu s-a modificat. Puntea se dezechilibrează, valoarea dezechilibrului este indicat direct în unități de concentrație (P_v %). La unele tipuri de aparate gazul trece întîi prin blocul de măsurare a concentrației de CO_2 și apoi în celălalt, de $CO + H_2$, (care poate fi cu cameră de ars H_2), la altele invers. Se construiesc cu scările 1...4%; 1...5%; 1...8%; 1...20%; 1 ... 100%, fixe sau transportabile, cu concentrația totală sau cu diluție, cu indicator sau cu indicator-înregistrator. Condițiile de funcționare și metrologice sînt aceleași ca la cele de CO_2. Se verifică inițial și anual, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 142-59, prin comparație cu aparate-etalon, cu aparate chimice-etalon, cu amestecuri de gaze prealabil realizate. Marcarea și certificarea se fac ca la cele de CO_2;

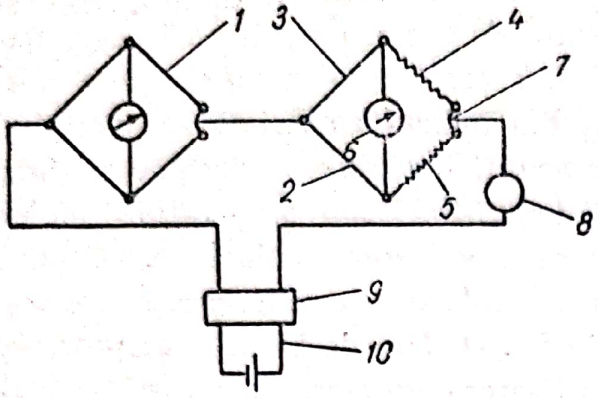


Fig. 191. Schema de măsurare a aparatelor de CO_2 și $CO + H_2$.

— *gazanalizoare de* SO_2, funcționează fie pe principiul conductibilității termice a gazelor (în care caz schema este identică cu a celor de CO_2), fie pe principiul efectului termic al unei reacții dintre un gaz și un lichid (în care caz curentul de gaz de analizat și un curent de lichid de reacție ale căror debite sînt menținute constante, se întîlnesc într-un vas de reacție izolat termic și cantitatea de căldură de reacție, proporțională cu concentrația de SO_2 se măsoară cu un termocuplu al cărui milivoltmetru indicator sau înregistrator este gradat în % de SO_2, domeniul minim de măsurare fiind 0...0,25%), fie pe principiul absorbției chimice cu variație de volum, conform schemei de principiu din fig. 192, în care: *1* este punctul de captare a gazului; *2* — capilar de sticlă cu diametrul 0,3 mm și lungimea 50 mm; *3* — conductă de gaz; *4* — vas pentru depunerea pulberilor; *5* vas cu apă pentru reglarea debitului; *6* — vas cu H_2SO_4 pentru uscarea gazului; *7* — filtru; *8* — gazanalizorul fix de SO_2; *9* — pompă de apă sau dispozitiv de sugere. Aceste aparate se bazează pe absorbția de SO_2 într-o soluție de KOH sau de H_2O_2, 30%. Dintr-o cantitate anumită de gaz introdusă în aparat este absorbit bioxidul de sulf și deci volumul se micșorează, apa-

Scanned with OKEN Scanner

ratul indică micşorarea, care este proporţională cu concentraţia SO_2. Spre deosebire de celelalte, aparatele bazate pe principiul absorbţiei chimice nu sînt pentru determinări continue, operaţia necesitînd mai mulţi timpi,

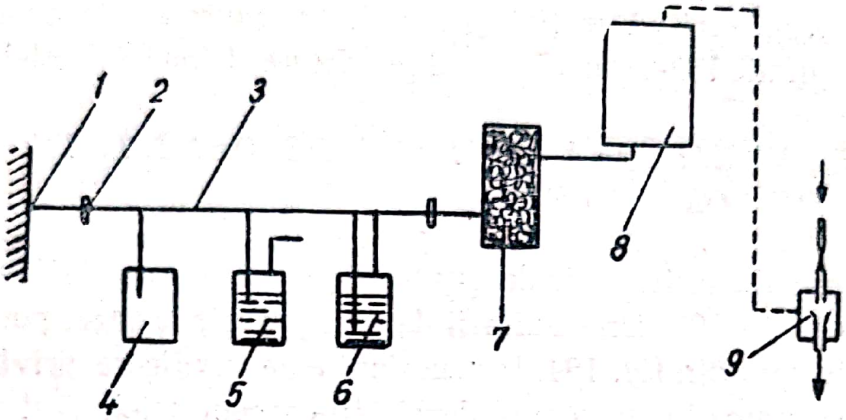


Fig. 192. Schema de funcţionare a gazanalizorului de SO_2.

realizabili în 3 ... 4 min. Condiţiile de funcţioare şi metrologice în general sînt aceleaşi ca la cele de CO_2 sau CO şi CO + H_2. Se verifică iniţial şi anual în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 169-62, marcarea şi certificarea fiind ca la celelalte;

— *gazanalizoare de oxigen* (O_2) cu indicaţie continuă: măsoară concentraţia în % vol. O_2 pe baza efectului termic de oxidare (ca la cele de CO + H_2) sau pe efectul suspectibilităţii paramagnetice a oxigenului (în care caz pot fi termomagnetice şi magnetomecanice). Cele termomagnetice se bazează pe un efect termic asociat celui magnetic, care constă în răcirea unui filament ca urmare a circulaţiei gazului în camera de măsurare, circulaţia cauzată de atracţia moleculelor de gaz paramagnetic spre regiunea de intensitate maximă a unui cîmp magnetic neomogen (la unele tipuri, omogen) şi accelerată ca urmare a diferenţei dintre temperatura firului încălzit electric şi temperatura mai coborîtă a gazului care intră în camera de măsurare (efect Faraday). Pot fi: cu cameră inelară (bazate exclusiv pe efectul de convecţie termomagnetică); cu filament încălzitor (bazate pe efectul combinat al convecţiei termomagnetice cu variaţia conductibilităţii termice a gazului); pneumatice (bazate pe variaţia de presiune a gazului paramagnetic supus acţiunii unui cîmp magnetic periodic variabil). Se realizează pentru diferite domenii (0 ...5; 0 ... 10 etc ...0 ... 100; 80 ... 100; 90 ... 100 ... etc % volum O_2) sau în „părţi promilion" (0 ... 100 parte promilion corespunzătoare la 0 ...0,01% volum O_2, 0 ... 1 000 părţi promilion, corespunzătoare la 0,1% volum O_2, sau 0 ... 5 000 părţi promilion corespunzătoare la 0,5% volum O_2. Pot fi fixe şi portabile. Sensibilitatea scade la cele cu cameră inelară odată cu creşterea concentraţiei. Cele magnetomecanice se bazează pe efec-

tul mecanic al unui cîmp magnetic neomogen asupra unui corp de probă cu susceptibilitatea magnetică x_1 cunoscută, aflat într-un mediu cu susceptibilitatea x_2 cunoscută, (pentru oxigen este + 141,4). Condiţiile de funcţionare şi metrologice sînt similare celorlalte aparate electrice de măsurat concentraţii. Se verifică iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 183-63, marcarea şi certificarea fiind ca la celelalte.

c. *TRANSMITEREA UNITĂŢII DE DENSITATE ŞI DE CONCENTRAŢIE*

Transmiterea unităţii de densitate se realizează potrivit schemei de principiu din fig. 193, iar a unităţii de concentraţie la gaze, potrivit schemei de principiu din fig. 194. Instrucţiunile de verificare privind mijloacele de măsurare din domeniul densităţii-concentraţiei, sînt indicate în tabela 207.

Tabela 207

Instrucţiuni pentru verificarea aparatelor de măsurat mărimi analitice

14–52	Instrucţiuni pentru verificarea lactodensimetrelor.
24–62	Instrucţiuni pentru verificarea termometrelor manometrice (înlocuieşte 24–52).
32–62	Instrucţiuni pentru verificarea densimetrelor.
33–53	Instrucţiuni pentru verificarea viscozimetrelor Engler.
40–63	Instrucţiuni pentru întrebuinţarea alcoolmetrelor şi a tabelelor alcoolmetrice.
41–53	Instrucţiuni pentru verificarea aparatelor Martens-Pensky.
43–53	Instrucţiuni pentru verificarea zaharometrelor.
47–54	Instrucţiuni pentru verificarea alcoolmetrelor de lucru.
50–54	Instrucţiuni pentru verificarea viscozimetrelor Höppler.
56–54	Instrucţiuni pentru verificarea colorimetrelor Stammer.
57–54	Instrucţiuni pentru verificarea colorimetrelor Saybolt.
58–54	Instrucţiuni pentru verificarea colorimetrelor Union.
71–55	Instrucţiuni pentru verificarea viscozimetrului Vogel-Ossag.
72–55	Instrucţiuni pentru verificarea aparatelor Abel-Pensky.
87–62	Instrucţiuni pentru (verificarea) pregătirea soluţiilor folosite la verificarea areometrelor.
89–56	Instrucţiuni pentru verificarea colorimetrelor Stammer cu stativ metalic.
96–56	Instrucţiuni pentru verificarea cleimetrelor.
100–56	Instrucţiuni pentru verificarea colorimetrelor Duboscq.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 207 (continuare)

106–57	Instrucţiuni pentru verificarea viscozimetrelor Ubbelohde.
144–63	Instrucţiuni pentru verificarea balanţelor hidrostatice Mohr-Westphal.
123–58	Instrucţiuni pentru verificarea refractometrelor Abbe.
127–58	Instrucţiuni pentru verificarea aparatelor electrice de măsurat concentraţia bioxidului de carbon.
134–58	Instrucţiuni pentru verificarea refractometrelor de mînă pentru zahăr.
140–59	Instrucţiuni pentru verificarea polarimetrelor.
142–59	Instrucţiuni pentru verificarea aparatelor electrice de măsurat concentraţii de CO şi $CO+H_2$.
153–61	Instrucţiuni pentru verificarea *p*H-metrelor.
154–61	Instrucţiuni pentru verificarea zaharimetrelor polarimetrice.
169–62	Instrucţiuni pentru verificarea gazanalizoarelor de SO_2.
Broşura nr. 10	Instrucţiuni pentru verificarea aparatelor de măsurat densităţi (conţine instrucţiunile nr. 32–62 şi 87–62).

2 REACTIVITATEA ALCALINĂ SAU ACIDĂ

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Reactivitate alcalină sau acidă sau concentraţie în ioni de hidrogen: cantitatea de ioni de hidrogen, în grame la litrul de soluţie (lichid electrolitic); serveşte ca indice pentru exprimarea alcalinităţii sau aciditătii unei soluţii[1]).

*p*H: simbol pentru logaritmul zecimal cu semn schimbat al concentraţiei ionilor de hidrogen dintr-o soluţie; serveşte ca indice pentru exprimarea alcalinităţii sau aciditătii unei soluţii. Se măsoară prin metode colorimetrice (cu indicolori coloraţi) şi prin metode electrice.

[1]) Numerele care exprimă concentraţiile de ioni de hidrogen sînt foarte mici (sînt cuprinse între 10^{-5} şi 10^{-15}). Utilizarea lor fiind foarte incomodă, în 1909 Sörensen a propus (şi s-a generalizat) ca în locul ionilor de $[H^+]$ să se lucreze cu logaritmul zecimal al acestora, luat cu semn schimbat, pe care l-a notat *p*H, adică $pH = -\lg [H^+]$. Dacă o concentraţie este $[H^+] = 10^{-7}$, atunci $pH = 7$ iar dacă $[H^+] = 1{,}23 \cdot 10^{-6}$, atunci $pH = -(\lg 1{,}23 \cdot 10^{-6}) = -(\lg 1{,}23 + \lg 10^{-6})$, de unde $pH = -(0{,}0899 - 6) = 5{,}91$. Cum constanta de desociere a apei este 14, soluţiile cu $pH = 7$ (respectiv $[H^+] = 10^{-7}$ şi $[OH^+] = 10^{-7}$) sînt neutre. Cele cu $[H^+] > 10^{-7}$ (respectiv cu $pH > 7$) sînt acide, iar cele cu $[OH^-] > 10^{-7}$ adică cu $[H^+] < 10^{-7}$ (respectiv cu $pH < 7$) sînt bazice.

Scanned with OKEN Scanner

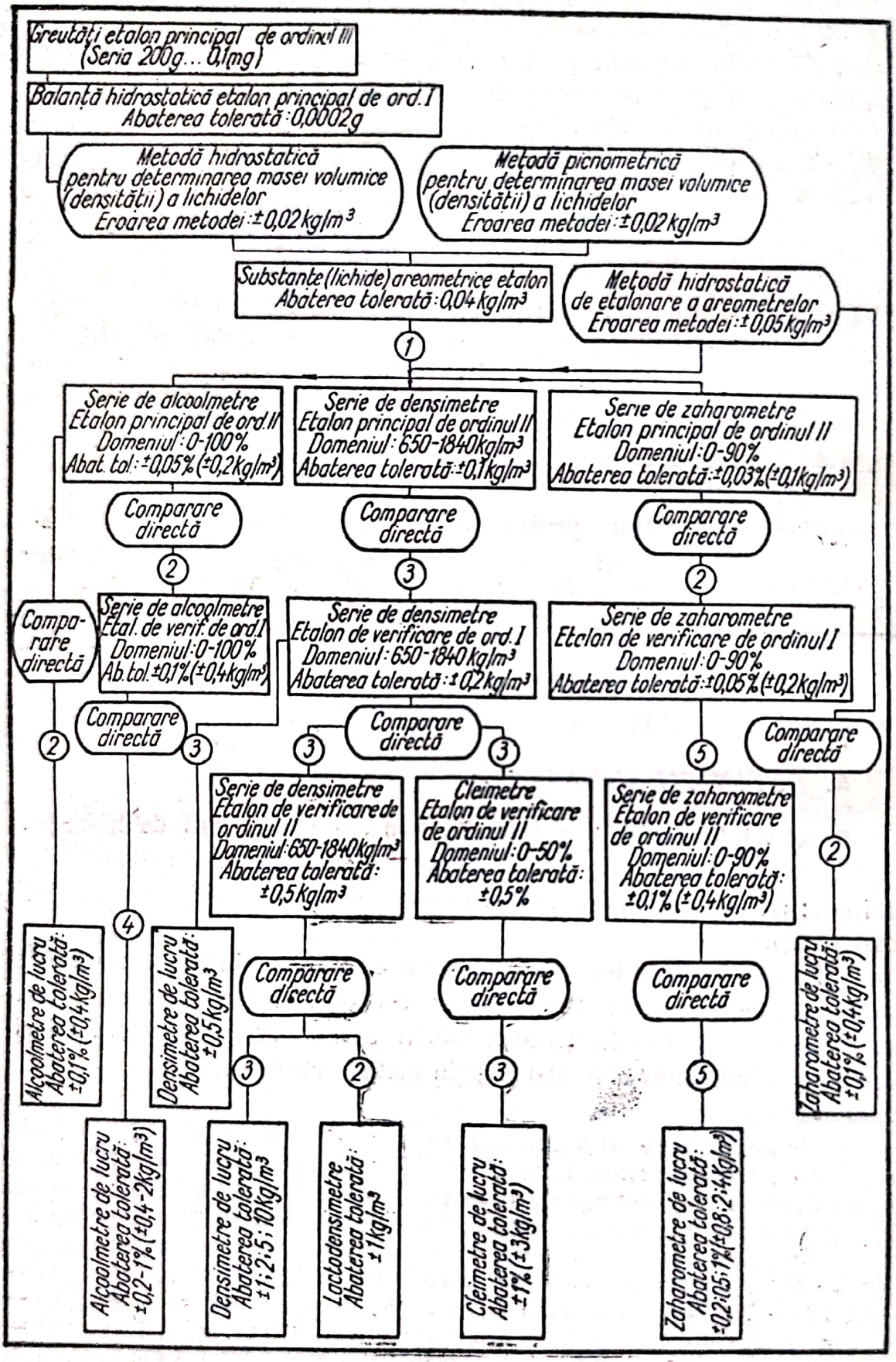


Fig. 193. Schema de principiu de transmitere a unității de densitate.

Scanned with OKEN Scanner

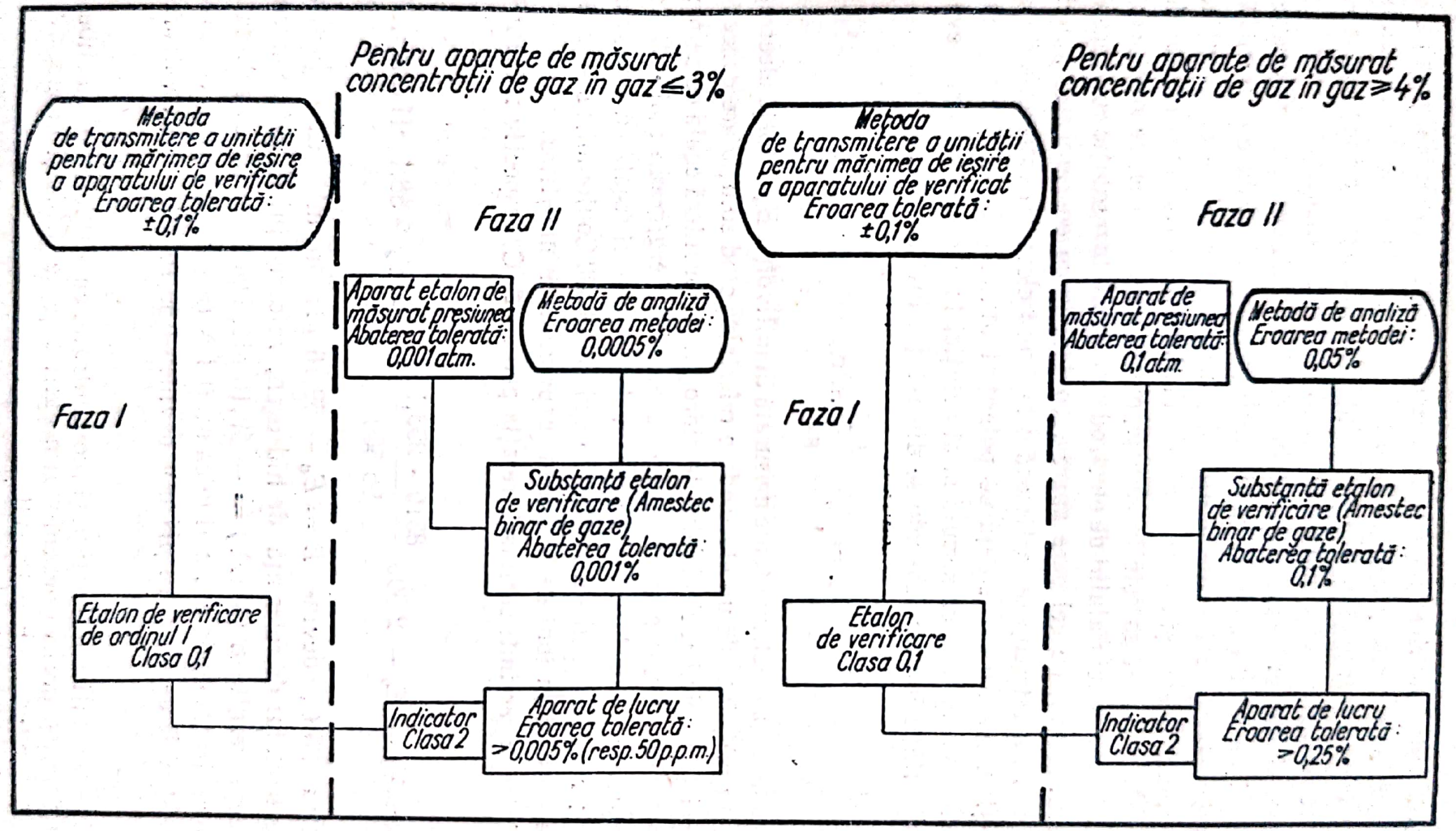


Fig. 194. Schema de principiu de transmitere a unității de concentrație

B. *METODE ŞI MIJLOACE DE MĂSURARE A pH-ULUI*

Metode colorimetrice: metode bazate pe compararea culorii pe care o capătă benzile de hîrtie preparate cu diferiţi indicatori, cînd sînt înmuiate în soluţia de cercetat, cu culorile de referinţă care însoţesc hîrtiile preparate, culorile de referinţă avînd notate pe ele *p*H-ul corespunzător.

Metode electrice: metode bazate în principiu pe măsurarea diferenţei de potenţial denumită „potenţial de electrod" care se produce la introducerea unui metal (sau ioni de hidrogen) într-o soluţie apoasă care conţine o sare a acestui metal şi a cărui valoare depinde de activitatea ionilor de metal[1]) $[aM^{+}_{c}]$ care se găseşte în soluţie. Măsurarea, practic, se realizează prin combinarea potenţialului de electrod care apare la o soluţie cu concentraţie necunoscută, cu cel care apare la o soluţie cu concentraţie ionică cunoscută. În acest scop se realizează o legătură electrică între cele două soluţii[2]) şi se măsoară diferenţa de potenţial dintre cei doi electrozi (al soluţiei cu concentraţia cunoscută şi al soluţiei la care se măsoară), evaluarea activităţii ionilor scoţîndu-se din relaţia lui Nernst:

$$E = E_0^{+} + \frac{RT}{nF} \ln c,$$

în care E este forţa electromotoare măsurată în milivolţi; E_0 — forţa electromotoare (în mV) faţă de un electrod de referinţă, cînd soluţia are concentraţia $c = 1$ (care pentru electrodul de hidrogen se consideră egală cu zero); R — constanta gazelor perfecte egală cu $8{,}3 \cdot 10^{-7}$ erg/grad · mol · 20°C; T — temperatura absolută în °K; n — valenţa ionului (egală cu 1 pentru hidrogen); F — numărul lui Faraday (egal cu 96 500 Coulombi); c — concentraţia soluţiei în ioni de hidrogen exprimată în mol/litru.

Aplicînd logaritmii zecimali, relaţia pentru 20°C, respectiv 293,16°K devine:

$$E \text{ (în mV)} = E_0 - 2{,}303 \frac{8310 \cdot 293{,}16}{96\,500} pH = E_0 - 58{,}1\ pH \text{ (mV)},$$

iar pentru 25°C, devine $E = E_0 - 59{,}16\ pH$ în mV. Cum pentru cazul electrodului de referinţă de hidrogen, valoarea lui E_0 prin convenţie este zero, rezultă E (în mV) $= -59{,}16\ pH$. Dacă soluţia este diluată şi are concentraţia egală sau mai mică decît 1 N (normală) atunci valoarea găsită pentru E de — 59,16 *p*H mV devine — 59,16 mV, adică valoarea

---

[1]) Cu cît soluţia va fi mai puţin concentrată, cu atît metalul va elibera mai mulţi ioni şi deci va deveni mai negativ faţă de lichid şi invers, dînd naştere la diferenţa de potenţial.

[2]) Ex. de legătură: tub de sticlă, în formă de sifon, umplut cu o soluţie gelatinoasă (agar-agar) saturată cu clorură de potasiu.

Scanned with OKEN Scanner

corespunzătoare în milivolți pentru o unitate *p*H la 25°C. Pentru alte temperaturi, valoarea în milivolți a tensiunii electromotoare (t.e.m.) pentru unitatea de *p*H este indicată în tabela 208.

Tabela 208

Valorile t.e.m. pentru diferite temperaturi

Temperatura °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
t.e.m mV.	54,20	55,19	56,18	57,17	58,17	59,16	60,15	61,14	62,13	63,13	64,12

*p*H-*metre*: aparate de măsurat *p*H-ul, bazate pe principiul intercalării lichidului de examinat într-un sistem electric cu ajutorul căruia se determină t.e.m. care permite stabilirea (prin calcul sau măsurare directă) a concentrației ionilor de hidrogen din lichidul examinat. Sînt particularizate constructiv după sistemul electric de măsurare, respectiv după felul aparatului electric, cu ajutorul căruia se măsoară t.e.m. Distingem:

— *p*H-*metrul cu montaj în compensație* (cu compensator electric) care funcționează potrivit schemei de principiu din fig. 195. La capetele unei punți AA' este aplicată tensiunea dată de sursa B. Pe aceeași punte se aplică și tensiunea dată de celula de măsurare C în care se dezvoltă tensiunea electromotoare condiționată de concentrația ionilor de hidrogen, iar în circuit cu celula, electrometrul G. Prin deplasarea cursorului D pe punte, se găsește o poziție pentru care electrometrul arată că nu mai trece curent. În acest caz raportul dintre rezistențele respective ale punții este egal cu raportul tensiunilor aplicate la capete, din care se găsește tensiunea electromotoare a celulei de măsurare. Drept sursă de curent pentru compensație se folosește un element normal Weston[1]) cu tensiunea de 1,0185 V. Celula de măsurare este alcătuită dintr-un electrod de hidrogen, de chinhidronă, de antimoniu sau de sticlă și un electrod de comparație cu potențialul cunoscut (electrod de hidrogen sau chinhidronă aflat într-o soluție-tampon cu *p*H-ul cunoscut, cea mai folosită fiind soluția de acetat standard cu $p\text{H} = 4{,}62$, un electrod de clorură de argint sau un elec-

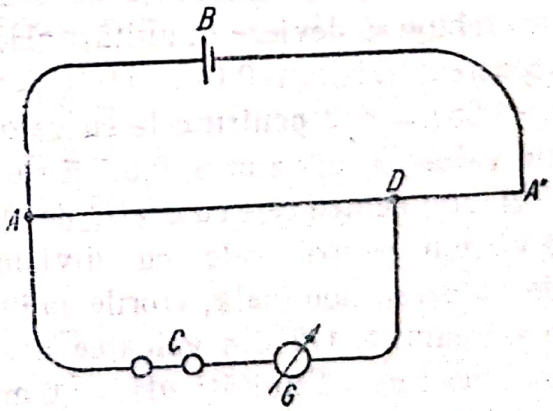


Fig. 195. Principiul de funcționare al *p*H-metrului în compensație.

[1]) Elementul Weston nu trebuie să debiteze curent decît timpul necesar pentru măsurare, în care scop în circuitul său se intercalează un întrerupător-taster.

trod de calomel cu soluţie saturată de clorură de potasiu, legaţi electrolitic, iar puntea poate fi un fir de platină, calibrat, montat de obicei pe un disc gradat cu milimetri, cu reostate în decade sau cu rezistenţe etalonate, respectiv o punte Wheatstone. Electrometrul poate fi un galvanometru de zero cu sau fără amplificator electronic. Electrozii, cu domeniile lor de aplicare, sînt indicaţi în tabela 209;

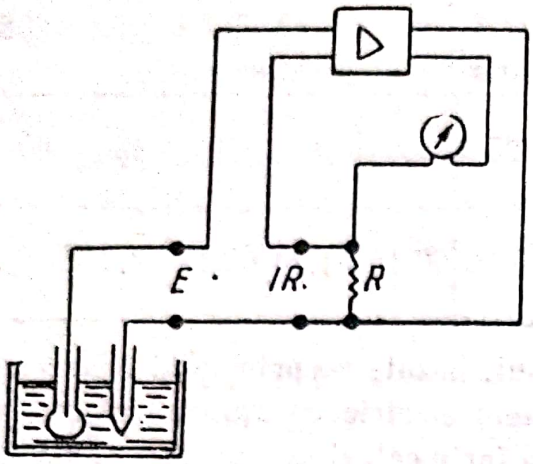


Fig. 196. Schema de principiu a *p*H-metrului cu citire directă (cu reacţie negativă).

— *p*H-*metre cu citire directă;* sînt milivoltmetre electronice bazate pe principiul reacţiei negative avînd schema de principiu din fig. 196. Tensiunea E debitată de celula de măsurare aplicată amplificatorului dă naştere unui curent care la ieşire trece peste o rezistenţă calibrată R. Curentul este proporţional cu tensiunea debitată de celulă şi poate creşte pînă cînd atinge valoarea I, adică pînă cînd căderea de tensiune IR devine egală cu t.e.m. a celulei de măsurare, producînd devierea acului aparatului indicator (milivoltmetrul sau miliampermetrul, gradat în unităţi *p*H sau în unităţi *p*H şi mV) introdus în circuitul de ieşire al amplificatorului. Condiţii de funcţionare şi metrologice pentru *p*H-metre: la temperatura de 20°C, pentru orice tensiune aplicată la bornele de intrare (ale electrozilor) pentru o variaţie a tensiunii de alimentare de la reţea cu ±15% faţă de valoarea nominală şi a frecvenţei de ±2% faţă de frecvenţa de bază, indicaţiile *p*H-metrelor electronice nu trebuie să devieze în unităţi *p*H, cu mai multe de: ±0,05 pentru cele cu valoarea diviziunii 0,01 sau 0,02; ± 0,1 pentru cele cu valoarea diviziunii de 0,05; ± 0,2 pentru cele cu valoarea diviziunii 0,1 ;± 0,5 pentru cele cu valoarea diviziunii 0,5. Erori tolerate: ± valoarea unei diviziuni pentru cele cu diviz. de 0,1 unităţi *p*H şi ± 1/2 valoarea unei diviziuni pentru cele cu diviziune mai mare de 0,1 unitate *p*H; faţă de valoarea nominală, erorile la indicaţii pe scara gradată în mV, sînt de maximum ± 1/2 din valoarea diviziunii la cele cu valoarea diviziunii mai mare de 0,1 unităţi *p*H, ± 6 mV, la cele cu valoarea diviziunii de 0,1 unităţi *p*H şi ± 3 mV la cele cu valoarea diviziunii de 0,05 unităţi *p*H sau mai mică. Pentru compensatorul de temperatură: ± 0,5% din valoarea nominală a tensiunii aplicate la bornele de intrare pentru poziţia compensatorului la o temperatură anumită (de referinţă) t°C. Verificările se fac iniţial şi anual în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 153-61, după cum urmează:

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 209

Domeniul de utilizare al electrozilor de măsurare

Electrod de	Domeniul de măsurare	Nu se poate utiliza în prezență de:	Cauzele erorilor	Precizia realizată în soluții		Observații
				tampo-nate	netam-ponate	
Hidrogen	0...14	1. Oxidanți 2. Reducători 3. CO_2 4. Metale grele Au, Ag, Hg, otrăvuri, As,S	1. Insuficientă saturație cu H_2 2. O_2 în H_2 3. Substanțe organice (proteine)	0,01	0,05	Aplicabil în soluții foarte acide și bazice Echilibrul se stabilește foarte încet
Chinhidronă	0...8,0 pentru soluții tamponate; 0...6 pentru soluții netamponate	1. Substanțe oxidate de chinonă 2. Substanțe reduse de hidrochinonă 2. Ioni NH_4+	1. Impurități în chinhidronă 2. Proteine 3. „Efectul salin“ (ioni Na+)	0,02	0,1	Echilibrul se stabilește repede dar potențialul nu se menține multă vreme constant
Sticlă	0...13	Utilizabil în orice soluție	Soluții care conțin K sau Na în concentrație de 1 m	0,02 (cel puțin)	0,05	Echilibrul se stabilește repede. Este necesară etalonarea cu soluții-tampon-etalon
Antimoniu	2...10	1. Soluții foarte acide sau bazice 2. Soluții conținînd Cl sau H_2S	1. Combinații organice formînd complecși cu Sb 2. Agenți oxidanți puternici 3. Concentrații saline mari	0,05	0,15	Este necesară etalonarea cu soluții-tampon-etalon

Scanned with OKEN Scanner

— *pentru verificarea de ansamblu cu electrod de sticlă a celor cu scara gradată numai în unităţi* pH: se reglează la zero mecanic, se aşază compensatorul la temperatură la 25°C, se clătesc electrozii şi vasul de măsurare cu soluţie tampon-etalon 2 indicată în tabela 210 şi se umple vasul cu această soluţie; se conectează electrozii la bornele de intrare şi se introduc în soluţie, (cel de sticlă numai cu partea sa activă). La *p*H-metrele compensatoare se aşază firul calibrat pe valoarea 2,07 corespunzătoare soluţiei 2 şi cu butonul asimetriei de potenţial se readuce aparatul indicator de nul la zero, iar la cele cu citire directă, se aduce acul indicatorului pe poziţia 2,07 unităţi *p*H. Se repetă aceste operaţii încă o dată, folosind noi porţiuni din soluţia 2. S-a înlăturat astfel asimetria electrodului de sticlă. Se înlocuieşte soluţia 2 pe rînd cu soluţiile 1 şi 3. La cele compensatoare, se roteşte firul calibrat pînă la readucerea aparatului indicator de nul pe poziţia zero şi se citeşte indicaţia pe scara gradată a firului calibrat, pentru aceste soluţii, repetîndu-se operaţiile de două ori, cu porţiuni noi de soluţie (la cele cu citire directă se citesc direct indicaţiile). Pentru calcularea erorii se face diferenţa dintre valoarea *p*H-ului citită şi *p*H-ul soluţiilor 1 şi 3 arătate în tabela soluţiilor tampon-etalon, ale căror condiţii de puritate sînt indicate în tabela 211. Se repetă apoi toate operaţiile folosind soluţia 4 pentru înlăturarea asimetriei de potenţial al electrodului de sticlă şi soluţiile 3 şi 5 pentru verificare, apoi soluţia 5 şi soluţiile 4 şi 6, ţinîndu-se cît mai puţin electrodul de sticlă în soluţiile 5 şi 6;

— *pentru verificări de ansamblu cu electrod de sticlă* a celor cu scară gradată în unităţi *p*H şi mV: se aşază elementul de manevrare corespunzător pe poziţia mV, bornele de intrare fiind scurtcircuitate. La cele compensatoare se aşază firul calibrat pe mijlocul scării gradate în mV şi se readuce indicatorul de nul pe zero cu ajutorul butonului de ajustare pe zero electric. La cele cu citire directă se aduce acul indicator pe mijlocul scării mV. Se pregătesc electrozii; se cuplează cufundaţi în soluţia -tampon-etalon, ca la celelalte şi se citeşte t.e.m. a celulei de măsurare. Formulele de calcul ale *p*H-ului pornind de la t.e.m. măsurată sînt indicate în tabela 212. Dacă indicaţia iniţială a fost de ex. 700 mV şi indicaţia citită a fost de 506 mV pentru soluţia cu *p*H = 2 se găseşte diferenţa de + 194 mV. Se procedează la fel cu altă soluţie de ex. cu *p*H = 8 şi se găseşte de ex. 842 mV, diferenţa fiind — 142 mV. Raportul mV/*p*H = $(a - b)/(B - A)$ (în care a şi b sînt diferenţele de tensiune găsite şi A şi B-*p*H-urile soluţiilor folosite, adică $(194 + 142)/(8 - 2) = 56$ mV/*p*H, valoare care se înseamnă cu c. Punctul zero potenţial al celulei se înseamnă cu d, calculîndu-se cu relaţia $d = A + \frac{a}{c}$. Pentru exemplul luat, $d = 2 + \frac{194}{56} = 5{,}4$.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 210

Valorile *p*H ale soluțiilor-tampon-etalon

Concentrația soluției în molecule gram/litru	Valorile *p*H ale soluțiilor-tampon-etalon la diferite temperaturi													
	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	38°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
1) Tetraoxalat de potasiu 0,05 m $KH_3(C_2H_4)_2 \cdot 2H_2O$	1,67	1,67	1,67	1,67	1,68	1,68	1,69	1,69	—	1,70	1,70	1,71	1,72	1,73
2) Acid clorhidric 0,1 m (0,1n) + clorură de potasiu 0,09 m HCI + KCI	—	—	—	—	—	2,07	—	—	2,08	—	—	—	—	—
3) Ftalat acid de potasiu 0,05 m $COOH \cdot C_6H_4 \cdot COOK$	4,01	4,01	4,00	4,00	4,00	4,01	4,01	4,02	4,03	4,03	4,04	4,06	4,08	4,10
4) *)Acid acetic 0,1 m+ acetat de sodiu 0,1 m $CH_3COOH + CH_3COONa$	—	—	4,65	4,65	4,64	4,64	4,64	4,65	4,65	4,65	—	—	—	—
5) Fosfat monopotasic 0,025 m + fosfat disodic 0,025 m $KH_2PO_4 + Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$	6,98	6,95	6,92	6,90	6,88	6,86	6,85	6,84	6,84	6,84	6,83	6,83	6,84	6,84
6) Borat de sodiu (borax) 0,01 m $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	9,46	9,39	9,33	9,27	9,22	9,18	9,14	9,10	—	9,07	9,04	9,01	8,99	8,96

*) Această soluție nu trebuie să fie preparată din acetat de sodiu; soluția se prepară din acid acetic glacial pur, diluat și neutralizat la jumătate cu hidroxid de sodiu chimic pur.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 211

Condițiile de puritate pentru reactivii folosiți la prepararea soluțiilor tampon-etalon

(conținutul maxim admis de impurități)

1) Tetraoxalat de potasiu (oxalat triacid de potasiu) $KH_3(C_2O_4)_2 \cdot 2H_2O = 254,19$	
Cloruri (Cl)	0,002 %
Sulfați (SO_4)	0,01 %
Calciu (Ca)	0,005 %
Sodiu (Na)	0,05 %
2) Acid clorhidric $HCl = 36,47$	
Substanțe nevolatile	0,0015 %
Clor liber (Cl)	0,0002 %
Sulfați (SO_4)	0,003 %
3) Clorură de potasiu $KCl = 74,55$	
Acid liber	0,5 ml 0,1n la 100 g
Alcalii libere	0,05 ml 0,1n la 100 g
Amoniac (NH_3)	0,001 %
Sodiu (Na)	cel mult 0,05 %
4) Ftalat acid de potasiu $HOOC \cdot C_6H_4 \cdot COOK = 204,22$	
Cloruri (Cl)	0,001 %
Sulfați (SO_4)	0,01 %
Umiditate	0,1 %
Sodiu (Na)	0,05 %
5) Acid acetic (glacial) $CH_3COOH = 60,05$	
Substanțe nevolatile	0,001 %
Cloruri (Cl)	0,0002 %
Sulfați (SO_4)	0,004 %
6) Fosfat monopotasic $KH_2PO_4 = 136,09$	
Cloruri (Cl)	0,0005 %
Sulfați (SO_4)	0,01 %
Amoniac (NH_3)	0,001 %
Sodiu (Na)	0,05 %
7) Fosfat disodic $Na_2HPO_42H_2 = 177,996$	
Cloruri (Cl)	0,006 %
Sulfați (SO_4)	0,03 %
Potasiu (K)	0,05 %
8) Borat de sodiu (borax) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O = 381,43$	
Carbonați	0,05 %
Cloruri (Cl)	0,001 %
Sulfați (SO_4)	0,005 %
Calciu (Ca)	0,01 %

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 212

Formule de calcul ale *p*H-ului pornind de la t.e.m. măsurată

E_N echivalentul, în V, al unei unități *p*H după formula Nernst la temperatura t°C.
E t.e.m., în V, a celulei de măsurare formată din următorii electrozi:

1. Electrodul de hidrogen

a) Față de electrodul de calomel saturat:

$$pH = \frac{-E - 0{,}2443 + 0{,}00065\ (t - 25°C)}{E_N}.$$

b) Față de electrodul de calomel 1 *n*:

$$pH = \frac{-E - 0{,}2800 + 0{,}00028\ (t - 25°C)}{E_N}.$$

c) Față de electrodul de calomel 0,1 *n*:

$$pH = \frac{-E - 0{,}3356}{E_N}.$$

d) Față de electrodul de argint-clorură de argint cu soluție 0,1 *n* KCl:

$$pH = \frac{-E - 0{,}2895 + 0{,}00064\ (t - 25°\,C) + 3 \cdot 10^{-6}\ (t - 25°C)}{E_N}.$$

e) Față de electrodul de argint-clorură de argint cu soluția 1 *n* KCl la 25°C:

$$pH = \frac{-E - 0{,}2223}{0{,}05916}.$$

f) Față de electrodul de argint-clorură de argint cu soluție saturată de KCl la 25°C:

$$pH = \frac{-E - 0{,}1980}{0{,}05916}.$$

2. Electrodul de chinhidronă

a) Față de electrodul de calomel saturat:

$$pH = \frac{-E + 0{,}4555 - 0{,}00009\ (t - 25°C)}{E_N}.$$

b) Față de electrodul de calomel 1 *n*:

$$pH = \frac{-E + 0{,}4198 - 0{,}00046\ (t - 25°C)}{E_N}.$$

Scanned with OKEN Scanner

c) Față de electrodul de calomel 0,1 n:

$$pH = \frac{-E + 0{,}3642 - 0{,}00074\,(t - 25°C)}{E_N}.$$

d) Față de electrodul de argint-clorură de argint cu clorură de potasiu 0,1 n:

$$pH = \frac{-E + 0{,}4103 - 0{,}0001\,(t - 25°C)}{E_N}.$$

3. Electrodul de sticlă

$$pH_x = pH_s \frac{E_x - E_s}{E_N}.$$

pH_s — pH-ul unei soluții-tampon-etalon;
E_s — t.e.m. a celulei de măsurare în care s-a introdus soluție- tampon- etalon, în V;
pH_x — pH-ul soluției de cercetat;
E_x — t.e.m. a celulei de măsurare în care s-a introdus soluția X, în V.
La 25°C:

$$pH_x = pH_s \frac{E_x - E_s}{0{,}05916}.$$

4. Electrod de antimoniu (stibiu)

a) In soluție tampon cu $pH = 3...7$ față de electrodul de calomel saturat la 25°C:

$$pH = \frac{-E + 0{,}008}{0{,}059}.$$

b) In soluție-tampon cu $pH = 7...11$ față de electrodul de calomel saturat la 25°C:

$$pH = \frac{-E - 0{,}050}{0{,}051}.$$

c) In soluție netamponată de săruri diluate, cu $pH = 3...6$ față de electrodul de calomel saturat la 25°C:

$$pH = \frac{-E + 0{,}024}{0{,}056}.$$

d) In soluție netamponată de săruri diluate, cu $pH = 8...11$ față de electrodul de calomel saturat la 25°C:

$$pH = \frac{-E + 0{,}071}{0{,}060}.$$

Scanned with OKEN Scanner

e) In soluție cu pH = 2,2 ... 8 față de electrodul de calomel saturat la 25°C (după alți autori):

$$p\text{H} = \frac{-E + 0{,}0094}{0{,}0589}.$$

5. Electrodul de bismut (puțin întrebuințat)

a) In soluție-tampon față de electrodul de calomel saturat la 25°C:

$$p\text{H} = \frac{-E + 0{,}132}{0{,}0503}.$$

b) In soluție netamponată față de electrodul de calomel saturat la 25°C:

$$p\text{H} = \frac{-E + 0{,}102}{0{,}0474}.$$

Observații.

1. Valorile expresiei 2,30259 RT/F pentru temperaturi cuprinse între 0... 100°C sînt indicate în tabela 213 (E_N) temperatura elementului etalon; 2,30259 — coeficientul de transformare din log zecimali în log neperieni; R — constanta gazelor perfecte; T — temperatura termodinamică; F — cantitatea de el.

2. Înainte de folosire, electrozii de antimoniu sau bismut se șlefuiesc cu hîrtie de sticlă, iar cei din sticlă se curăță de stratul de parafină cu tetraclorură de carbon și se țin în apă distilată 48 de ore.

Tabela 213

Valorile expresiei 2,30259 RT/F de la 0 la 100°C

t°C	$E_N = 2{,}30259 \cdot RT/F$ mV	t°C	$E_N = 2{,}30259 \cdot RT/F$ mV
0	54,20	55	65,11
5	55,19	60	66,10
10	56,18	65	67,09
15	57,17	70	68,08
20	58,16	75	69,08
25	59,16	80	70,07
30	60,15	85	71,06
35	61,14	90	72,05
40	62,13	95	73,04
45	63,13	100	74,04
50	64,12		

Scanned with OKEN Scanner

Firul calibrat, sau la cele cu citire directă acul indicatorului se aduce la poziția *d*. În continuare, ca la celelalte, eroarea de indicație fiind diferența între indicația *p*H-metrului și *p*H ul soluției-tampon-etalon folosite. Soluțiile tampon-etalon și celula de măsurare, la verificări, trebuie să aibe temperatura 25 ± 1°C. Marcarea se face pe cutia aparatului și cu vopsea pe fișele electrozilor.

C. *TRANSMITEREA UNITĂȚII DE CONCENTRAȚII DE GAZE*

Transmiterea unității de concentrații de gaze se face potrivit schemei de principiu reprezentate în fig. 197. Operațiile de etalonare sau de verificare se fac în două faze. Prima se referă la transmiterea unității de t.e.m. la milivoltmetrele aparatelor și a doua la ansamblul de transmitere

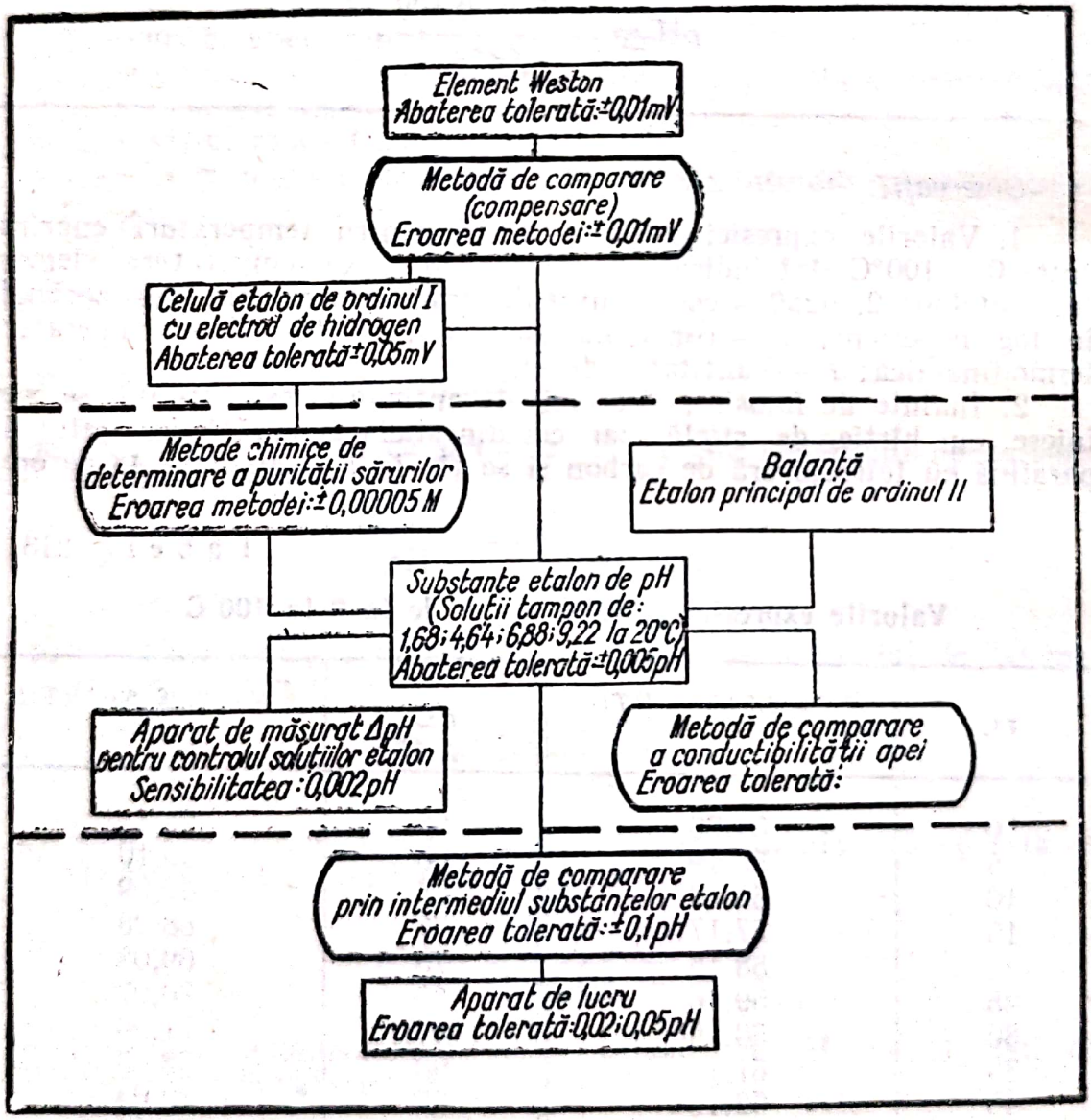


Fig. 197. Schema de principiu de transmitere a unității concentrației de gaze.

Scanned with OKEN Scanner

a unității de activitate a ionilor; faza I necesită milivoltmetru-etalon (clasa 0,2), iar faza II-a soluții-tampon-etalon și electrod de hidrogen (abatere tolerată 0,05 mV), metodă de comparare cu eroare maximă de 0,01 mV și elemente Weston cu eroare tolerată (variație în timp) de ± ±0,01 mV.

3. VISCOZITATEA

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI*

Viscozitate: proprietate comună tuturor fluidelor, caracterizată prin rezistența care tinde să se opună inegalităților de viteze în diferite puncte dintr-o masă fluidă în mișcare, respectiv rezistența la curgere a unui fluid datorită frecării interioare. Proprietatea unui fluid de a prezenta tensiuni interioare tangențiale la oricare element de secțiune care separă două porțiuni de fluid în mișcare relativă locală de alunecare una față de cealaltă;

— *viscozitate dinamică* (sau coeficient de viscozitate dinamică η): mărime derivată în toate sistemele, definită prin relația $\eta = \frac{\varepsilon \cdot F}{A \cdot v}$ dedusă din relația lui Newton $F = \frac{A \cdot v}{\varepsilon} \eta$ care se exprimă astfel: dacă într-un fluid se deplasează un element plan, de suprafață A (un strat) paralel cu el însuși, cu o viteză uniformă v față de o altă suprafață plană de fluid, paralelă cu elementul de suprafață A și distanțată cu o grosime ε de fluid, trebuie învinsă o forță de rezistență F, care este direct proporțională cu viteza dinamică η, aria A și viteza de deplasare v a acesteia, și invers proporțională cu distanța ε. Este mărime derivată (în toate sistemele). *Dimensiuni*: în SI și sistemele LMT, $[\eta] = L^{-1}MT^{-1}$. În sistemul LFT, $[\eta] = L^{-2}FT$;

— *viscozitate cinematică* (ν), este [1]) raportul dintre viscozitatea dinamică η_a a fluidului și densitatea sa ($\nu = \eta/\rho$). *Dimensiuni*: în SI și toate sistemele LMT, $[\nu] = L^2T^{-1}$. În sistemul LFT, $[\nu] = L^2T^{-1}$ (aceeași ca în SI);

— *viscozitate relativă* (η_r) este raportul dintre viscozitatea dinamică η a fluidului considerat și viscozitatea dinamică η_a a unui fluid de referință, ambele exprimate în aceleași unități absolute (în lipsa altor indicații, se consideră ca fluid de referință pentru lichide apa pură

[1]) STAS 1665-50.

Scanned with OKEN Scanner

la temp. de 20°C şi pentru gaze, aerul în condiţii normale). Valoarea sa este un număr pur, nu are dimensiuni şi nu depinde de sistemul de unităţi.

Newton-secundă pe metru pătrat ($N.s.m.^{-2}$) unitate derivată S.I. de viscozitate dinamică (nu a căpătat încă denumire): este viscozitatea unui fluid care opune o rezistenţă de un newton la alunecarea în planul său a unei suprafeţe plane de 1 m^2 cu o viteză de 1 m/s, în raport cu o suprafaţă plană de fluid care se găseşte la o distanţă de 1 m înlăuntrul acestui fluid. Dimensiuni: $[N.s.m.^{-2}] = m^{-1} kgs^{-1}$;

— *poise* [1]): (P): unitate derivată C.G.S. de viscozitate dinamică: viscozitatea unui fluid care opune o rezistenţă de 1 dyn la alunecarea în planul său a unei suprafeţe plane de 1 cm^2, cu o viteză de 1 cm/s, în raport cu o suprafaţă plană de fluid, care se găseşte la o distanţă de 1 cm înlăuntrul acestui fluid, respectiv care necesită efectuarea unui lucru mecanic de 1 erg pentru a deplasa la 1 cm în interiorul lichidului o suprafaţă de 1 cm^2, cu o viteză de 1 cm/s. Dimensiuni: $[P] = cm^{-1} g s^{-1}$;

— *kilogram-forţă-secundă, pe metru pătrat* (kgfs/m^2 [2]): unitate derivată MKfS de viscozitate dinamică: viscozitatea unui fluid care opune o rezistenţă de 1 kgf la alunecarea în planul său a unei suprafeţe plane de 1 m^2 cu o viteză de 1 m/s, în raport cu o suprafaţă plană de fluid care se găseşte la o distanţă de 1 m înlăuntrul acestui fluid. Dimensiuni: m^{-2} kgfs.

Relaţii: 1 kgf.s/m^2 = 9,80665 N.s/m^2 = 98,0665 *P*;

1 N.s/m^2 = 10 P = 0,101972 kgfs/m^2.

Metru-pătrat pe secundă (m^2/s) unitate derivată SI de viscozitate cinematică (nu are încă denumire), definită ca fiind viscozitate cinematică a unui fluid cu densitatea de 1 kg/m^3 şi viscozitate dinamică de 1 N.s./m^2. Dimensiuni: $m^2 s^{-1}$;

— *stockes* [2]) (St), unitate derivată C.G.S. de viscozitate cinematică definită ca fiind viscozitatea cinematică a unui fluid cu densitatea de 1 g/cm^3 şi viscozitatea dinamică de 1 P. Dimensiuni: $cm^2 s^{-1}$.

— *metru pătrat pe secundă* (m^2/s) unitate derivată MKfS identică cu unitatea SI definită însă ca fiind viscozitatea cinematică a unui fluid cu densitatea de 1 m^{-4} kg s^2 (unitatea MKfS de densitate) şi viscozitatea dinamică de 1 m^{-2} kgfs (unitatea MKfS de viscozitate). Dimensiuni: $m^2 s^{-1}$.

Relaţii: 1 $m^2/s = 10^4$ St.

---

[1]) Se citeşte: poaz.
[2]) Citeşte: stocs.

Scanned with OKEN Scanner

Fluiditate (φ) mărime derivată în sist S.I. şi toate sist. LMT, definită ca fiind inversul viscozităţii dinamice ($\varphi = 1/\eta$). Dimensiuni în S.I. $[\varphi] = LM^{-1}T$. În sist. L F T ,$[\varphi] = L^2F^{-1}T^{-1}$. Unităţi de măsură sînt unităţile de viscozitate dinamică la puterea—1.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A VISCOZITĂŢII*

Viscozimetre: aparate de măsurare a viscozităţii unui fluid, bazate fie pe măsurarea vitezei de scurgere a fluidului printr-un tub capilar sau printr-un orificiu cu diametru mic, prin comparaţie cu viteza de scurgere a unui fluid de referinţă, fie pe măsurarea vitezei de cădere a unei bile în fluidul cercetat, fie pe măsurarea unghiului de torsiune a firului de care este atîrnat un cilindru introdus în fluidul de cercetat cînd recipientul care conţine fluidul se roteşte. Sau realizat numeroase tipuri şi variante din care distingem:

— *viscozimetre Engler*: viscozimetre utilizate pentru determinarea viscozităţii în grade convenţionale Engler [1]) (°E) a produselor petroliere şi a unor uleiuri, care se scurg în fir continuu în tot timpul determinării. Se utilizează numai pentru produsele a căror vîscozitate în grade Engler este minimum $E_t = 1{,}15$°E la temperatura de determinare t°C. Condiţii de funcţionare şi metrologice: constanta aparatului (care reprezintă timpul de scurgere a 200 cm³ apă distilată aflată la 20°C) să fie cuprinsă între 48 ... 52 secunde, contrariu, se resping la verificare. Dimensiunile să corespundă prevederilor din STAS 117-51. Să posede 4 termometre, două gradate de la 0 ... +60°C şi două de la +50 ... +110°C, prevăzute cu cîte un inel metalic fixat astfel încît rezervorul cu Hg al acestora să nu rămînă afară din lichid decît după scurgerea a 200 cm³ lichid. Rezervorul cilindric şi fundul său în formă de calotă sferică, trebuie să fie aurite în interior, iar tubul de scurgere să fie din metal inoxidabil; baloanele de măsurare folosite să aibă capacitatea de $100 \pm 0{,}1$ cm³ şi $200 \pm 0{,}1$ cm³ la cele clasa 1 şi de $100 \pm 0{,}2$ cm³ şi $200 \pm 0{,}2$ cm³ la cele clasa 2. Cronometrul folosit să fie gradat în 0,1 s sau 0,2 s. Verificările se fac iniţial şi anual în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 33-53 marcîndu-se termometrele şi baloanele de măsurare şi eliberîndu-se un buletin de comparaţie în care se specifică constanta aparatului, stabilită din media a 6 determinări (din 10 cîte se fac) care nu diferă între ele cu mai mult de $\pm$ 0,5 s;

---

[1]) Viscozitatea în grade Engler a unui lichid la o anumită temperatură este raportul între timpul de scurgere a unui volum de 200 cm³ din acest lichid aflat la temperatura t° şi timpul de scurgere a 200 cm³ apă distilată aflată la 20°C, printr-un orificiu cu diametrul de 2,9 mm.

Scanned with OKEN Scanner

— *viscozimetre Höppler*: aparate pentru măsurat viscozitatea dinamică a fluidelor prin determinarea timpului de cădere a unei bile de metal sau de sticlă, de un anumit diametru și de o anumită greutate, într-un tub cilindric înclinat, în condiții care asigură proporționalitatea dintre viscozitatea fluidului din acest tub și viteza de cădere a bilei. Pot fi de laborator (cu două bile de sticlă și 4 bile metalice), al căror domeniu de măsurare și lichidele de referință sînt indicate în tabela 214 și tehnice (cu o bilă de sticlă și cu 4 bile metalice), al căror domeniu de măsurare și lichide de referință sînt indicate în tabela 215. Condiții de funcționare și metrologice: aparatele să fie însoțite de certificatul întreprinderii constructoare, bilele să aibă masa specificată în certificat cu o abatere limită de ± 0,0005 g la cele de sticlă și ± 0,0008 g la cele metalice și densitățile lor cu o abatere limită ±0,05 la cele de sticlă și ±0,10 la cele metalice, față de certificat. Tubul de cădere, din aceeași sticlă cu bilele, să aibă diametrul 16 ± 0,05 mm cu o abatere față de certificat de ± 0,005 mm, iar lungimea de 250 ± 1 mm, cu o abatere de ± 0,1 mm, distanța de cădere de 100 ± 0,5 mm la cele de laborator și de 50 ± 0,5 mm la cele tehnice. Termometrele: să acopere intervalul — 30 ... + 100°C sau +30 ... +150°C și să fie gradate în 0,5; 0,2 și 0,02°C din care unul de la 19 ...21°C gradat în 0,02°C la cele de laborator și 0,1°C la cele tehnice. Verificările se fac inițial și la 4 ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 50-54, timpul de cădere făcîndu-se prin mai multe determinări cu o abatere între ele de cel mult 0,5 s. pentru timpul de cădere între 25 și 100 s și de 1 s pentru timpul de cădere între 100 și 300 s, după care se verifică prin calcul viscozitatea indicată pentru lichidele de comparație din tabele, cu relația

$$\eta = tK \quad (\rho_b - \rho_l),$$

în care: η este viscozitatea în CP; t — timpul de cădere a bilei, în s; K — constanta bilei folosite indicată în certificatul aparatului; ρ_b — densitatea bilei dată în certificatul aparatului; ρ_l — densitatea lichidului cercetat determinată cu picnometru sau areometru (conform STAS 35-50). Valorile viscozității lichidelor de comparație obținute, nu trebuie să difere cu mai mult de ± 1 % la cele de laborator sau ± 2% la cele tehnice. Marcarea se face ca la viscozimetrele Engler;

— *viscozimetre Vogel-Ossag*: aparate folosite pentru determinarea viscozității cinematice a lichidelor, prin determinarea timpului de scurgere a unui volum determinat de lichid, printr-un capilar de dimensiuni date. Pot fi cu baie metalică sau din sticlă. Condiții de funcționare și metrologice: capilarele să fie din sticlă termometrică incoloră, fără sgîrieturi, etc; cu diametrul interior același pe toată lungimea, cu o abatere limită de ± 0,02 mm și să fie prelungite printr-un tub lărgit cu trei bule, dintre care una cu diametrul prevăzut

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 214

Domeniul de măsurare a viscozității și lichidele de referință corespunzătoare fiecărei bile pentru viscozimetrele Höppler de laborator cu două bile de sticlă și patru bile metalice

Bila	Domeniul de măsurare a viscozității în cP	Diametrul bilei mm	Densitatea bilei	Constanta K	Lichide de comparație	Temperatura la care se face determinarea
A	0,5...5	15,8...15,85	2,4...2,5	0,0075 0,0095	Apă distilată, formamidă, anilină sau alt lichid de viscozitate cuprinsă între 0,5 și 5 cP la 20°C	20°C
B	3...30	15,5...15,7	2,4...2,5	0,07...0,08	Fenol, soluție apoasă de glicerină 60% în greutate, ulei de vaselină medicinal, ulei de transformator 2004 STAS 811-51, sau alt lichid de viscozitate cuprinsă între 5 și 30 cP la 20°C	20°C
C	25...250	15,5...15,6	8,1...8,2	0,10...0,13	Ciclohexanol, ulei mineral rafinat 309 STAS 1197–50, ulei mineral 316 STAS 1198-50 sau alt lichid de viscozitate cuprinsă între 25 și 250 cP la 20°C	20°C
D	250...2 500	14,9...15,1	8,1...8,2	1,1...1,3	Glicerină chimic pură 100%, glicerină farmaceutică, ulei rafinat 228 STAS 1193–50 sau orice alt lichid de viscozitate cuprinsă între 250 și 2 500 cP la 20°C	20°C
E	2 500–25 000	13,5...13,6	8,1...8,2	10,5...10,8	Ulei mineral sintetic de viscozitate cuprinsă între 2500 și 25 000 cP la 20°C	20°C
F	8 000–80 000	9,9...10,1	7,6...7,8	40...41	Glicerină chimic pură 100% Ulei mineral sintetic de viscozitate cuprinsă între 8 000 și 80 000 cP la 20°C	10°C sau mai mică 20°C

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 215

Domeniul de măsurare a viscozității și lichidele de referință corespunzătoare fiecărei bile pentru viscozimetrele Höppler cu o bilă de sticlă și cu patru bile metalice

Bila	Domeniul de măsurare al viscozității în P	Diametrul bilei mm	Densitatea bilei	Constanta K	Lichide de comparație	Temperatura la care se face determinarea
A	0,5...10	15,7...15,85	2,4...2,5	0,01...0,02	Apă distilată, formamidă, anilină sau alt lichid de viscozitate cuprinsă între 0,5 și 10 cP la 20°C	20°C
B	3...60	15,6...15,75	8,1...8,2	0,12...0,16	Fenol, soluție apoasă de glicerină 70% în greutate, ulei de transformator 2004 STAS 811–51, sau alt lichid de viscozitate cuprinsă între 3 și 60 cP la 20°C	20°C
C	25...500	15,5...15,6	8,1...8,2	0,2...0,3	Ciclohexanol, soluție apoasă de glicerină 90% în greutate, ulei rafinat 309 STAS 1196–50, ulei rafinat 316 STAS 1198–50 sau alt lichid de viscozitate cuprinsă între 25 și 500 cP la 20°C	20°C
D	250...5 000	14,9...15,1	8,1...8,2	2,3...2,5	Glicerină chimic pură 100% ulei rafinat 228 STAS 1193–50 sau alt lichid de viscozitate cuprinsă între 250 și 5000 cP la 20°C	20°C
E	3 900...78 000	12,4...12,6	7...8	36...38	Ulei mineral sintetic de viscozitate cuprinsă între 3900 și 78000 cP la 20°C	20°C

Scanned with OKEN Scanner

cu două repere iar celelalte deasupra și dedesubtul bulei mai mari, pentru ordinele de mărime ale constantei 2; 1; 0,5; 0,2; 0,1; 0,02; 0,01, să corespundă (în aceeași ordine) timpul minim de scurgere, în secunde, 40; 40; 60; 100; 100; 200; 300 s. Distanța dintre partea inferioară a armăturii metalice a capilarului și capătul său de jos, trebuie să fie $38 \pm \pm 0{,}2$ mm, iar distanța de la fundul camerei cilindrice pînă la suprafața exterioară a capacului unde se montează capilarul, de $41 \pm 0{,}2$ mm. Valorile obținute pentru viscozitățile lichidelor de referință nu trebuie să varieze cu mai mult de $\pm 2\%$. Termometrele trebuie să fie gradate în zecimi de grad, iar cronometrul să aibă diviziunea 0,2 s. Verificările se fac inițial și la 2 ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 71-55. Calculul viscozității cinematice se face cu relația $\nu = Kt$, unde K este constanta capilarei și t timpul mediu de scurgere a lichidului sub greutatea sa proprie. Lichidele de comparație sînt indicate în tabela 216. Termometrele cu care sînt echipate se verifică la 20°C, 37,8°C,

Tabela 216

Lichidele de comparație pentru verificarea viscozimetrelor pentru ν

Ordinul constantei K a capilarului	Domeniul de măsurare cST	Lichide de comparație la temp. de 20°C
0,01	mai mic decît 10	Anilină, petrol lampant (200...300°C) sau alt lichid, cu $\nu = 2{,}5...8$ cSt.
0,1	10...120	Ulei mineral 302 (STAS 1194-50 sau STAS 811–51) sau alt lichid cu $\nu = 20...80$ cSt
0,2	20...240	Ulei mineral 302 sau 403 (STAS 751-49) sau alt lichid cu $\nu = 20...200$ cSt
1	40...1 200	Ulei mineral 205 (STAS 1188–50), 405 (STAS 751–49) sau alt lichid cu $\nu = 100...800$ cSt.
2	80...2 400	Ulei mineral rafinat 405; 408; 419 L (STAS 751–49) sau alt lichid cu $\nu = 200...1600$ cSt.

50°C și 98,9°C. Marcarea viscozimetrelor se face pe capilare, înscriindu-se noua valoare a lui K stabilită la verificare, dacă cea veche nu corespunde cu cea găsită. Se eliberează buletine de comparație în care se trec numerele capilarelor și constantele lor;

Scanned with OKEN Scanner

— *viscozimetre Ubbelohde* (cu nivel suspendat) (fig. 198) pentru determinarea viscozității cinematice a lichidelor prin determinarea timpului de curgere sub acțiunea greutății proprii a unui volum determinat de lichid, printr-un capilar, în condițiile formării unui nivel suspendat al coloanei de lichid în curgere. Condiții de funcționare și metrologice: diametrul capilarului trebuie să fie același pe toată lungimea, cu o abatere max. de 0,01 mm, lungimea de 85 ... ... 95 mm, înălțimea medie pentru coloana de lichid 125 ... 145 mm, diametrul exterior al bulei de siguranță 10 ... 14 mm, al celei de măsurare de 20 ... 30 mm (cu volumul între repere de 5,4 ... 5,8 cm^3 și al bulei nivelului suspendat de 15 ... 18 mm. Indicativele capilarului trebuie să asigure valorile din tabela 217. Termometrele folosite trebuie să fie gradate în 1/100, 1/20 sau 1/10°C, iar cronometrul gradat în sutimi de s. Eroarea tolerată nu trebuie să depășească $\pm$ 0,6% din valoarea obținută pentru aceeași substanță cu un viscozimetru sau grup de viscozimetre-etalon, sau din valoarea certificată a viscozității unei substanțe-etalon de viscozitate (lichid

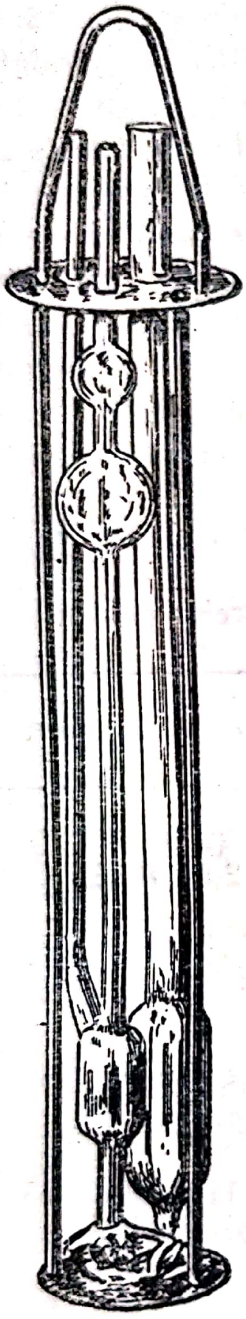


Fig. 198. Viscozimetrul Ubbelohde.

Tabela 217

Valorile și domeniile de folosire a capilarelor

Indicativul capilarului	Diametrul mm	Constanta nominală	Domeniul de măsurare cSt
0a	0,50...0,55	0,0005	circa 0,5... 6
I	0,60...0,65	0,01	„ 1 ... 12
Ia	0,85...0,95	0,05	„ 2,5... 60
II	1,05...1,15	0,1	„ 4 ... 120
III	1,92...2,02	1,0	„ 40 ...1 200
IIIa	2,90...3,00	5,0	„ 100 ...6 000
IV	3,50...3,60	10,0	„ 200 ...1 200

de comparație). Lichidele de comparație cu valorile în cSt pe care le au la 20°C sînt indicate în tabela 218.

Verificările se fac inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 106-57, marcarea și certificarea fiind ca la celelalte viscozimetre.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 218

Lichide de comparaţie pentru viscozimetre Ubbelohde

Ordinul constantei K	Domeniul cSt	Lichide de comparaţie (valorile la 20°C)
0,005	0,5... 6	Octan normal chimic pur, apă bidistilată sau alt lichid cu ν = = 0,5...5 cSt
0,01	1...12	Hexadecan normal chimic pur, anilină sau alt lichid cu ν = 3...10 cSt
0,1	41...120	Ftalat de butil, ulei 302 (STAS 1194-50) sau ulei rafinat, cu ν = 30...80 cSt
1	40...1200	Ulei mineral 405 şi 408 (STAS 751-49) sau alt ulei cu ν = 300...1 000 cSt
10	400...12 000	Ulei mineral 419 şi 423 (STAS 751–49) sau alte uleiuri cu ν = 3 000...10 000 cSt

C. *TRANSMITEREA UNITĂŢII DE VISCOZITATE*

Transmiterea unităţii de viscozitate este reprezentată în schema de principiu din fig. 199, în care sînt arătate atît mijloacele-etalon, cît şi metodele folosite.

4. UMIDITATEA

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Umiditate: Cantitatea de substanţă lichidă sau în stare de vapori (de obicei de apă) conţinută în unitatea de masă sau de volum a corpului umed;

— *umiditate absolută* (pentru solide sau lichide) (U): raportul procentual dintre masa apei conţinute în material (m_a) şi masa materialului uscat (m_g) conform relaţiei

$$U\% = \frac{m_i - m_f}{m_f} \cdot 100 = 100 \frac{m_a}{m_f},$$

în care m_i este masa iniţială a materialului (înainte de uscare), m_f — masa materialului uscat, m_a — masa apei conţinute;

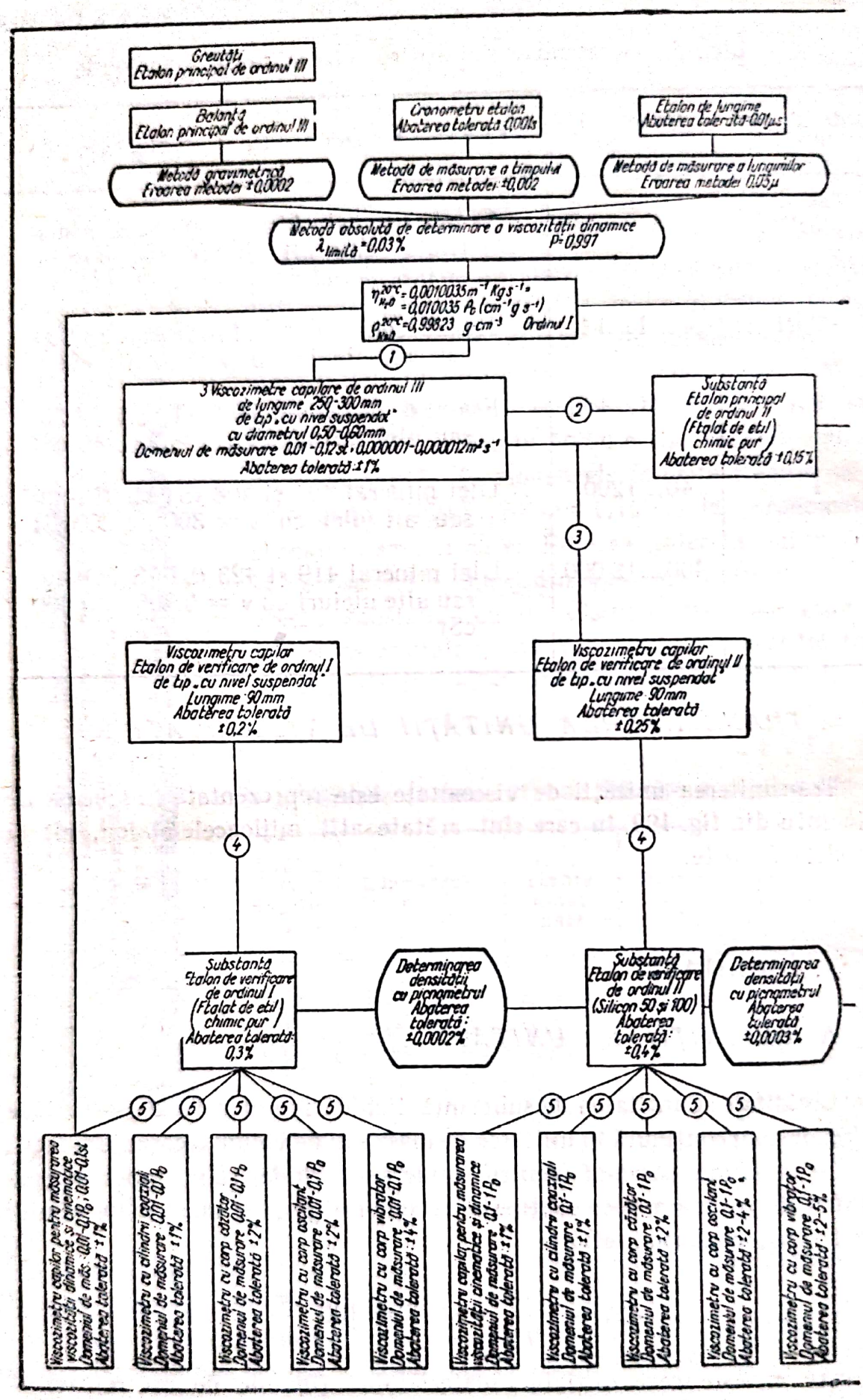
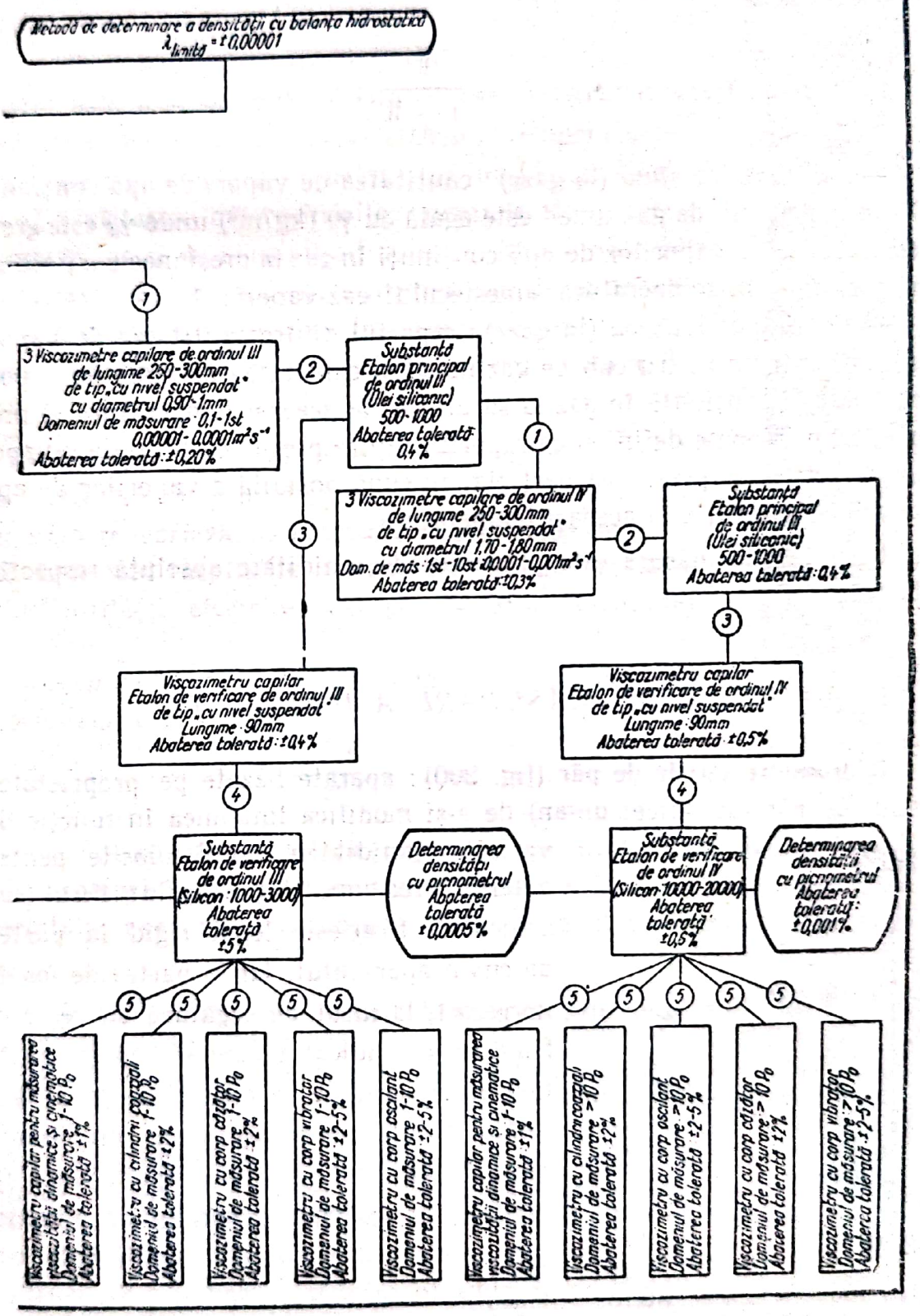


Fig. 199. Schema de principiu de trans-

Scanned with OKEN Scanner



mitere a unității de viscozitate.

— *umiditate relativă* (W) (pentru solide sau lichide): raportul procentual dintre masa apei conținută în material (m_a) și masa materialului umed (m_i) conform relației

$$W\% = \frac{m_a}{m_f + m_a} 100 = 100 \frac{m_a}{m_i}.$$

Relația de transformare: $U = \frac{W}{1 - W}$;

— *umiditate absolută* (la gaze): cantitatea de vapori de apă conținută într-un metru cub de gaz umed este egală cu γ_d (kg/m³) unde γ_d este greutatea specifică a vaporilor de apă conținuți în gaz la presiunea parțială p_d a vaporilor și la temperatura amestecului gaz-vapori;

— *umiditatea relativă* (la gaze): raportul dintre cantitatea de vapori conținuți într-un metru cub de gaz umed și cantitatea maximă de vapori care poate fi conținută în gaz la saturație, la aceeași temperatură și presiune. Se mai poate defini și ca raportul dintre presiunea parțială a vaporilor de apă p_v și presiunea parțială maximă posibilă a vaporilor de apă în stare de saturație la aceeași temperatură.

Unitatea de măsură este procentul de umiditate absolută respectiv relativă.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A UMIDITĂȚII*

Higrometre cu fir de păr (fig. 200): aparate bazate pe proprietatea firului de păr (de obicei uman) de a-și modifica lungimea în funcție de variația umidității. Sînt folosite pentru determinarea umidității aerului. Firul (sau smocul de fire) este legat rigid la partea de sus a aparatului, iar la partea de jos de un resort, la locul de legătură cu resortul fiind un ac indicator care se deplasează în fața scării gradate în unități de umiditate relativă. Sînt prevăzute și cu un termometru, fixat pe stativul aparatului. Se verifică cu ajutorul camerelor de climatizare în care se realizează umiditățile corespunzătoare scării gradate. Se verifică inițial și la doi ani

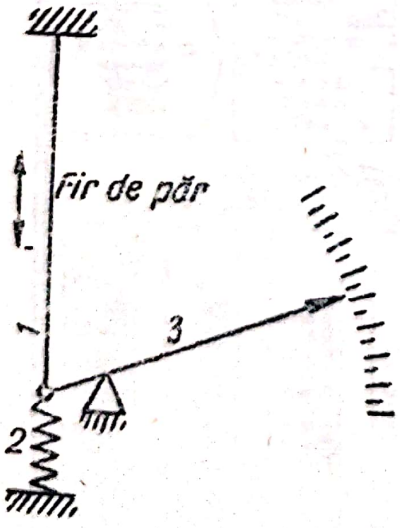


Fig. 200. Schema higrometrului.

Psihrometre (fig. 201): aparate pentru măsurat umiditatea relativă a aerului bazate pe efectul psihrometric [1]), sînt alcătuite din două termometre, dintre care unul are rezervorul acoperit cu o pînză umezită, fixate într-o armătură metalică şi un aspirator (ventilator acţionat electric sau cu un mecanism de ceasornic). Cu cît umiditatea mediului atmosferic este mai mică, cu atît evaporarea de pe suprafaţa termometrului umed este mai mare şi deci diferenţa între indicaţiile celor două termometre este mai mare [2]). Aparatul este însoţit de o nomogramă, cu care, pe baza citirilor temperaturilor indicate de termometre, se determină umiditatea relativă. Exactitatea determinărilor depinde de precizia termometrelor şi de constanţa fluidului de aer absorbit de ventilator. Se verifică fie termometrele, fie în ansamblu, cu ajutorul camerei de climatizare în care se realizează medii cu umiditatea necesară. Verificările se fac iniţial şi la doi ani.

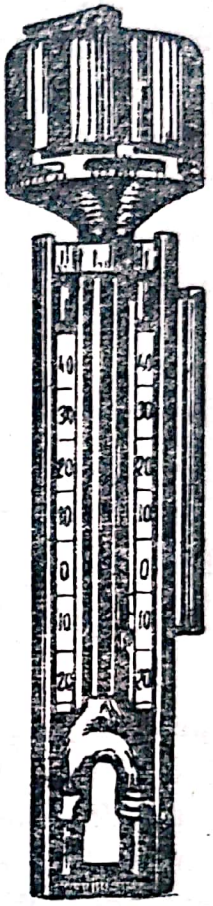


Fig. 201. Aspectul exterior al psihrometrului.

Umidometre: aparate de măsurat indirect umiditatea materialelor prin măsurarea unei alte mărimi a cărei valoare variază în funcţie de umiditatea materialului. Cele mai răspîndite se bazează fie pe variaţia conductibilităţii electrice, fie pe variaţia constantei dielectrice;

— *aparate bazate pe variaţia conductibilităţii electrice* conform relaţiei:

$$R = \frac{a}{W^n},$$

în care R este rezistenţa electrică; a şi n — constante rezultate din dimensiuni, structură şi conţinut de săruri ale materialului; W — umiditatea materialului exprimată în procente de masă. Sînt etalonate pentru tem-

---

[1]) Efectul psihrometric constă în răcirea suprafeţei umezite a unui corp datorită evaporării apei.

[2]) Cantitatea de apă evaporată este dată de relaţia $G = ks(p_{vs} - p_v)/P_0$ în care k este constanta psihometrică; s—aria rezervorului termometrului umed; p_{vs}—presiunea parţială a vaporilor saturaţi la temperatura termometrului umed în mmHg; p_v — presiunea parţială a vaporilor conţinuţi în aer la temperatura termometrului uscat; P_0 — presiunea barometrică. Umiditatea relativă a aerului este dată de relaţia:

$$\varphi = \frac{p_v}{p_{vs}} = \frac{p_{vs} - kP_0\,(t_{us} - t_{um})}{p_{vs}},$$

în care: k este constanta psihrometrică.

peratura de 20°C, pentru alte temperaturi introducîndu-se corecţii, în care scop aparatele sînt prevăzute cu un termometru. Distingem:

— u m i d o m e t r e t i p W e i s s, pentru determinarea umidităţii cerealelor şi lemnului a cărui schemă de funcţionare este reprezentată în fig. 202; sînt alcătuite dintr-o punte echilibrată de curent continuu cu trei rezistenţe fixe R_1, R_2, R_3 şi o rezistenţă variabilă R_v (rezistenţă internă catod-anod a unui tub electronic), un galvanometru G şi reostatele necesare (însemnate în figură). R_v variază prin schimbarea tensiunii de negativare aplicată pe grila tubului. Cu ajutorul reostatului R_e puntea se echilibrează pentru o valoare a rezistenţei interne R_v, căreia îi corespunde tensiunea de grilă U_g, luată de la capetele rezistenţei variabile R aflată în serie cu R_x. Reostatul R_t, care serveşte şi drept corector de temperatură, reglează tensiunea U care alimentează pe R_g şi R_x pe care au loc căderile de tensiune U_g şi respectiv U_x, a căror sumă este U. Rezistenţa R_g este un fir calibrat în procente de umiditate. Măsurînd pe R_g obţinem pe R_x, deoarece $R_x = R_g/C$, în care C este constanta determinată de valorile rezistenţelor şi este egală cu $U_g/(U-U_g)$ (deoarece $U_g = IR_g$ şi $U-U_g = U_x = IR_x$). Determinările se fac, în cazul cerealelor, prin probe de 75 cm³ introduse în traductorul rezistiv R_x (fig. 203) peste care se aşază capacul (prevăzut cu resort pentru tasare), se fixează termometrul şi scara corespunzătoare cerealei *4*, se pune în funcţie apăsînd pe butonul *6*, apoi cu butonul *2* care corespunde rezistenţei R_e, se aduce acul indicator al galvanometrului la zero, se fixează corectorul de temperatură R_t cu butonul *3* la poziţia temperaturii indicate de termometru şi se apasă butonul *1* introducîndu-se astfel în circuit traductorul, acul indicator al galvanometrului deviind. Se variază R_g prin rotirea butonului *4*, pînă la restabilirea poziţiei iniţiale zero şi se citeşte umiditatea pentru domeniul la care a fost aşezat comutatorul *5*. Precizia aparatului este de $\pm$ 0,5% umiditate. Verificările se fac iniţial şi anual numai de organele O.S.M., în conformitate cu prevederile normelor interne cu ajutorul unor rezistenţe etalon introduse în locul traductorului cu material umed ale cărei valori cu corespondentul lor sînt indicate în tabela 219;

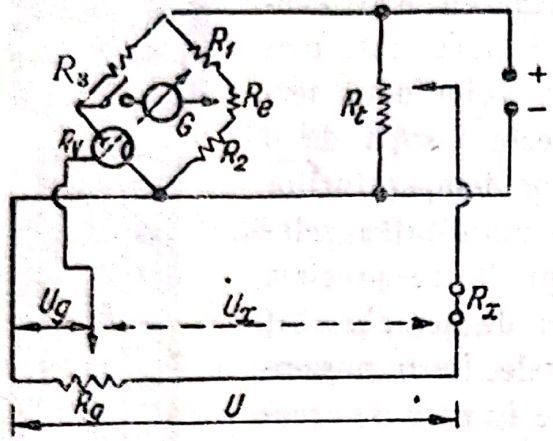


Fig. 202. Schema de principiu a umidometrului tip Weiss pentru solide.

— *umidometre bazate pe variaţia constantei dielectrice* în funcţie de conţinutul în apă, folosesc marea diferenţă care există între constanta dielectrică a apei (80,8 la 20°C) şi constanta dielectrică a altor substanţe. Distingem:

Scanned with OKEN Scanner

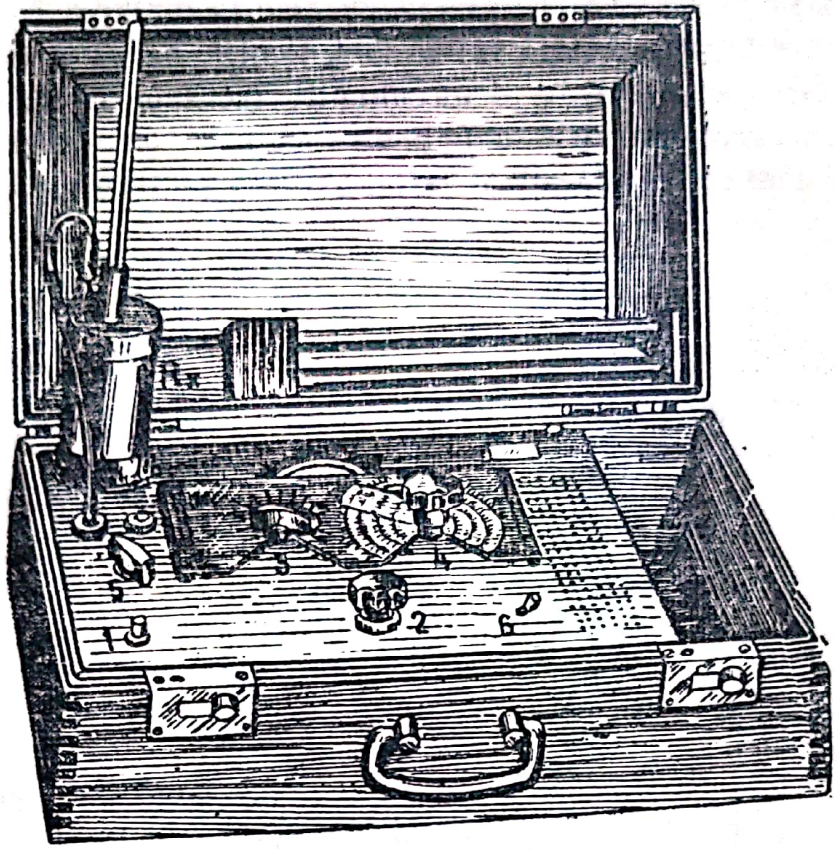


Fig. 203. Aspectul exterior al umidometrului Weiss.

Tabela 219

Rezistențe electrice corespunzătoare pentru umiditatea grîului la diferite temperaturi, pentru aparate tip Weiss

Rezistența MΩ	Domeniul de măsurare	Temperatura °C	Umiditatea %
0,3	IV	14	23,62
		18	22,78
1	IV	26	21,36
		14	21,34
6	III	18	20,71
		26	19,60
500	II	14	18,91
		18	18,44
		26	17,60
10 000	I	14	15,10
		18	14,78
		26	14,20
		14	12,74
		18	12,40
		26	11,82

Scanned with OKEN Scanner

— umidometre tip T_1 — Electronica a căror schemă de principiu este reprezentată în fig. 204. Conţin un generator de înaltă frecvenţă care debitează în două circuite montate în opoziţie avînd fiecare cîte un grup capacitiv, unul pentru măsurare (care cuprinde traductorul C_x în care se introduce materialul căruia i se determină umiditatea,

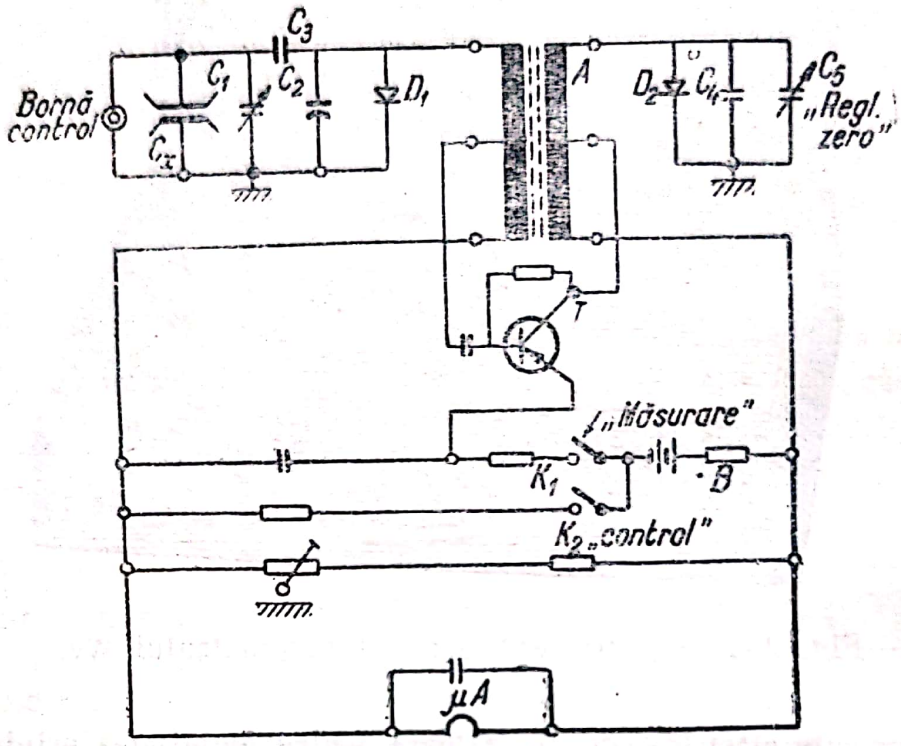


Fig. 204. Schema de principiu a aparatului Electronica.

un condensator variabil C_1, dioda de redresare D_1 şi condensatoarele de reglare şi ajustare C_2 şi C_3) precum şi borna de control în care se introduc capacităţi-etalon pentru verificarea aparatului, şi altul pentru rezistenţă (care cuprinde condensatorul C_5 pentru reglajul de zero al aparatului, condensatorul C_4 pentru ajustare şi dioda redresoare D_2). Pentru echilibrare se închide circuitul de măsurare K_1 (traductorul fiind gol şi condensatorul C_1 de măsurare la valoarea sa maximă) şi se manipulează butonul condensatorului C_5 (reglaj zero) pînă cînd microampermetrul μA ajunge la zero. Se introduce apoi materialul de cercetat în traductor şi se produce dezechilibrarea. Se manevrează condensatorul C_1, care este gradat în procente de umiditate, pînă se obţine din nou echilibrul la microampermetrul μA. Valoarea citită la scara condensatorului C_1 reprezintă umiditatea, în procente. Pentru controlul tensiunii de alimentare dată de sursa B de 9V curent continuu, se închide circuitul K_2 „control" şi se citeşte valoarea la microampermetrul μA. Aparatul are ca anexă o balanţă tehnică pentru cîntărirea probelor de cereale (de 60, 100 sau 140 g, în funcţie de felul cerealelor, pentru fiecare fel de cereale aparatul avînd scări gradate în procente de umiditate). Aparatul este tarat (prin metoda uscării în etuvă) pentru

Scanned with OKEN Scanner

indicații la 20°C și cu sursă de alimentare de 9V curent continuu. Verificarea se face inițial și anual, în conformitate cu normele interne O.S.M., verificările făcîndu-se numai de organele O.S.M. La verificare se folosesc capacități-etalon, care se introduc în traductor în locul probelor umede. Trusele de capacități-etalon au cîte 9 condensatoare numerotate de la 1 ...9. În tabela care le însoțește este indicat numărul de diviziuni care corespunde pe scara aparatului pentru cereala respectivă.

C. *TRANSMITEREA UNITĂȚII DE UMIDITATE*

Unitatea de umiditate se transmite conform schemei de principiu reprezentată în fig. 205, în care sînt arătate atît mijloacele etalon, cît și metodele de lucru folosite.

5. MIJLOACE DE MĂSURARE DE UZ GENERAL[1] ÎN DETERMINĂRI ANALITICE

A. *REFRACTOMETRE, POLARIMETRE ȘI ZAHARIMETRE*

Refractometre tip Abbe: aparate folosite pentru determinarea indicelui de refracție al corpurilor lichide și solide transparente bazate pe determinarea unghiului limită de refracție al substanței supuse încercării, din care rezultă indicele de refracție respectiv. Unele tipuri (refractometrul universal Meopta) măsoară numai indicele de refracție, altele (Abbe-Zeiss, model G și model Upton-Oberkochen) măsoară și concentrații. Verificările se fac cu substanțe-măsură cu indici de refracție cunoscuți, numai inițial (fabricație, import și după reparații), în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 123-58, marca aplicîndu-se prin poansonare pe spatele plăcii metalice de susținere.

Refractometre de mînă pentru zahăr: aparate folosite în industria zahărului pentru determinarea concentrației de zahăr de care depinde indicele de refracție al substanței. Sînt bazate pe principiul reflexiei totale a luminii. Determinîndu-se unghiul limită care depinde de indicele de refracție al soluției și variază direct proporțional cu acesta, se stabilește valoarea indicelui de refracție și deci conținutul de zahăr. Pot fi cu iluminare prin reflecție (fără prismă de iluminare) și cu iluminare prin refracție și reflecție (cu prismă de iluminare). Se verifică numai inițial, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 134-58. Nu se aplică marca de verificare, certificarea verificării făcîndu-se prin „buletin de verificare" în care se trec datele de identificare și rezultatele obținute.

Polarimetre: aparate folosite pentru determinarea puterii rotatorii a substanțelor optic active (solide, soluții sau lichide pure) în scopul

[1]) Cîteva tipuri mai răspîndite, cu indicarea instrucțiunilor după care se verifică.

Scanned with OKEN Scanner

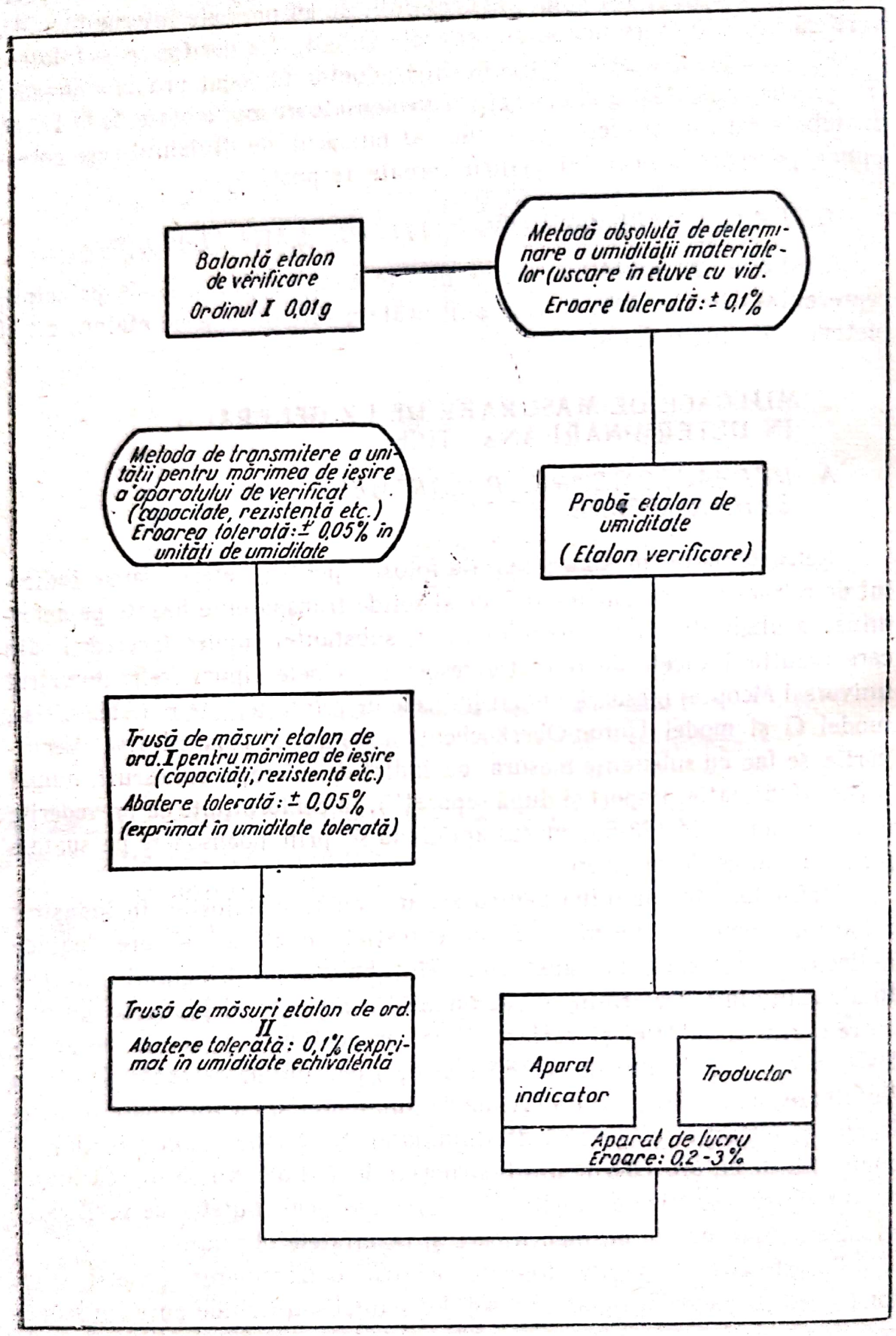


Fig. 205. Schema de principiu de transmitere a unității de umiditate.

Scanned with OKEN Scanner

stabilirii gradului de puritate precum şi a determinării concentraţiilor soluţiilor. Se bazează pe proprietatea pe care o au substanţele optic active de a roti planul de polarizare a luminii polarizate liniar. Pot fi: polarimetre simple (alcătuite dintr-un polarizor, un analizor şi un tub în care se pune soluţia de cercetat); polarimetre cu placă bicuarţ Soleil (alcătuite dintr-o placă de cuarţ levogir şi dextrogir, un analizor şi tubul pentru soluţii[1]); polarimetre cu penumbră (alcătuite din polarizor, doi nicoli polarizatori, analizor, tub pentru soluţii şi lunetă de observare; altele cu trei nicoli polarizatori şi celelalte elemente; altele, cu placă de cuarţ (lamă Laurent şi celelalte elemente); polarimetre cu pană (alcătuite dintr-o placă de bicuarţ, un compensator şi celelalte elemente). Erorile limită: $\pm$ 0,05°, respectiv $\pm$ 3′. Verificările se fac cu soluţie normală de zaharoză (26 g zahăr de trestie pur şi uscat cîntărit în aer cu greutăţi de alamă şi redus la vid = 26,016 g, în 100 cm³ apă distilată, aflată la 20°C), potrivit prevederilor din Instrucţiunile 140-90, numai iniţial. Certificarea verificării se face prin buletin de verificare.

Zaharimetre polarimetrice: aparate folosite la determinarea directă a concentraţiei soluţiilor de zaharuri, respectiv de zaharoză, bazate pe proprietatea pe care o au substanţele optic-active de a roti planul de polarizaţie al unei radiaţii luminoase monocromatice sau albe polarizate liniar. Principiul de măsurare constă în compensarea rotirii planului de polarizaţie, fie direct, prin rotirea convenabilă a analizorului pînă la reobţinerea extincţiei, fie prin utilizarea unui compensator (pene de cuarţ). Cele mai răspîndite sînt cu dispozitiv de penumbră. Scara gradată este la unele tipuri cu unităţi internaţionale, verificarea făcîndu-se însă cu soluţie[1]) special pregătită pentru obţinerea echivalenţei. Indicaţiile nu trebuie să depăşească $\pm$ 0,1 grade zaharimetrice pentru admitere la verificare. Verificările se fac iniţial şi la doi ani, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 154-60, certificarea verificării făcîndu-se prin buletine de verificare.

B. *COLORIMETRE*[2])

Colorimetre Stammer: aparate folosite la stabilirea culorii produselor medii ale petrolului şi a parafinei rafinate care reprezintă un mijloc de apreciere a gradului de puritate al acestor substanţe. Principiul de măsu-

---

[1]) Pentru a stabili cu un zaharimetru gradat în unităţi internaţionale conţinutul unei substanţe în grade zaharimetrice, se cîntăresc 26 grame din acea substanţă (cu greutăţi de alamă) care reprezintă 26,016 g cîntărite în vid, se introduc într-un balon de 100 cm³ şi se adaugă treptat apă distilată aflată la temperatura de 20°C pînă la 100 cm³. Indicaţia dată de aparat cu această soluţie trebuie să fie 100 unităţi internaţionale.

[2]) Fotocolorimetrele sînt prezentate în capitolul „Mărimi fotometrice".

Scanned with OKEN Scanner

rare constă în compararea cu ajutorul ochiului a culorii luminii care a străbătut un strat de produs de cercetat, cu aceea a luminii care a străbătut un filtru de culoare de referinţă, din sticlă, în ocularul aparatului apărînd ambele culori, în jumătăţile de cerc. Culoarea determinată se exprimă în unităţi convenţionale, denumite „mărci Stammer". Aparatul este dotat cu patru filtre de culoare (WW, incolor ca apa, marca de bază 1; S„W, slab gălbuie, marca de bază 2; PW galben intens, marca de bază 3; St W, galben mai intens, marca de bază 4. Poziţia de lucru este corespunzătoare atunci cînd cele două jumătăţi ale cîmpului vizual, înainte de introducerea probei sau a filtrelor de culoare, privite prin ocular apar identice. Verificările filtrelor se fac cu următoarele soluţii de cromat de potasiu cu concentraţiile în g la 100 cm^3: pentru marca de bază 1, concentraţie 0,000644 şi înălţimea stratului de soluţie 170,9 mm; pentru marca de bază 2, concentraţie 0,003068 şi înălţimea stratului de 84,9 mm; pentru marca de bază 3 concentraţie 0,005634 şi înălţimea stratului 220,3 mm; pentru marca de bază 4, concentraţie 0,011268 şi înălţimea 202,3 mm. Introducîndu-se proba de soluţie de referinţă cu înălţimea arătată şi filtrul, trebuie să se obţină egalitatea de culoare. Dacă nu, se stabileşte factorul de corecţie astfel: dacă pentru filtrul respectiv cu soluţia de referinţă corespunzătoare s-a ajuns la înălţimea X în loc de Y cît este indicată, raportul X/Y reprezintă factorul de corecţie care trebuie menţionat în buletinul de verificare. Aparatele sînt însoţite de tabela în care sînt date înălţimile stratului de lichid în mm şi culorile, în mărci Stammer. Se verifică iniţial în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 56-64 iar, cele cu stativ mecanic, conform prevederilor din Instrucţiunile 89-56, marcarea făcîndu-se pe cutia de lemn a aparatului. Se emit buletine de comparaţie, în care se consemnează pentru fiecare filtru dimensiunile cu precizie de $\pm$ 0,1 mm, masa, cu precizie de $\pm$ 0,002 g şi amănunte asupra stării.

Colorimetre Saybolt: aparate folosite la stabilirea culorii benzinelor şi a white-spiritului în vederea determinării gradului de puritate a acestor substanţe. Principiul de măsurare este acelaşi ca la colorimetrele Stammer. Culoarea determinată se exprimă în numere de culoare Saybolt, produsele fiind considerate cu atît mai pure, cu cît sînt mai puţin colorate. Culorile de referinţă sînt acelea ale filtrelor de culoare cu care sînt dotate, făcute din sticlă de uraniu galben-verzuie (sînt de două grosimi, cele mai groase fiind denumite „discuri întregi", iar cele mai subţiri, „jumătăţi de disc"; fiecare aparat este dotat cu două discuri „întregi" şi un disc „jumătate"). Pentru lucru se determină întîi numărul şi felul discurilor de utilizat. Se introduce întîi discul „jumătate" după care se introduce în tubul gradat al aparatului lichidul de cercetat pînă la reperul 12 şi se priveşte prin ocular. Dacă jumătatea de cîmp corespunzătoare lichidului apare mai puţin colorată, atunci determinările se fac cu acest disc. Dacă apare mai

Scanned with OKEN Scanner

colorată, în locul discului jumătate se introduc cele două discuri „întregi" şi se scurge din lichid pînă la reperul care marchează 10 intervale şi 4 diviziuni. Dacă jumătatea de cîmp vizual respectivă apare mai colorată, se folosesc ambele discuri, iar dacă apare mai puţin colorată, se foloseşte un singur disc. O dată stabilit discul sau discurile, se lasă să se scurgă lichidul de cercetat, pînă cînd privind prin ocular s-a ajuns la egalitatea culorilor. Se citeşte înălţimea iar în tabelul care însoţeşte aparatul, se citeşte în dreptul înălţimii respective şi a discului utilizat, numărul culorii Saybolt. La verificare dacă înălţimea coloanei de soluţie citită pe scara gradată în momentul indentităţii de culoare la verificarea reperului 12 cu o soluţie de bicromat de potasiu în 1 000 cm³ acid sulfuric 1% se abate faţă de reperul corespunzător intervalului 12 cu mai mult de ±2 diviziuni intermediare, discul este respins. Se verifică iniţial, în conformitate cu Instrucţiunile 57-54, marcarea şi certificarea fiind ca la colorimetrele Stammer.

Colorimetre tip Union: aparate folosite la stabilirea culorii motorinelor şi uleiurilor minerale pentru aprecierea gradului lor de puritate, bazate pe compararea simultană a culorii luminii care a străbătut un strat de produs de cercetat, cu aceea care a străbătut un filtru de culoare de referinţă. Culoarea se exprimă în unităţi „convenţionale Union". Denumirile filtrelor şi numărul lor convenţional, trebuie să corespundă valorilor date de concentraţiile soluţiilor de iod din tabela 220.

Verificările se fac în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 58-54 iniţial, marcarea făcîndu-se prin poansonare pe stativul aparatului.

Tabela 220

Soluţii de referinţă pentru filtrele Union

Nr. filtru	Denumirea filtrului	Soluţie iod mg la 100 cm³	Nr. filtru	Denumirea filtrului	Soluţie iod mg la 100 cm³
1	Alb de crin	2,8	4	Portocaliu deschis	70,7
1½	Alb deschis	5,7	4½	Portocaliu închis	112,0
2	Galben foarte deschis	10,8	5	Roşu deschis	195,0
2½	Galben citriu deschis	20,1	6	Roşu închis	300,0
3	Galben citriu intens	32,1	7	Roşu vişiniu	460,0
3½	Portocaliu foarte deschis	38,4	8 [1])	Roşu vişiniu închis	

[1]) Filtrul nr. 8 se verifică tot cu soluţie 460,0, faţă de care culoarea lui trebuie să fie net mai închisă.

Scanned with OKEN Scanner

În tabela 207 sînt indicate instrucțiunile de verificare din domeniul mărimilor analitice apărute pînă în prezent, iar în tabela 221 termenele de verificare la care sînt supuse mijloacele de măsurare respective. Pentru standardele din acest domeniu, al căror număr este foarte mare, se va consulta Indicatorul standardelor de stat.

Tabela 221

Aparate de măsurat mărimi analitice, cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricație, reparație ori import (F.R.I.)	Observații
1	Densimetre etalon	2	O.S.M.
2	Densimetre, alcoolmetre, cleimetre	2	—
3	Lactodensimetre, zaharometre, urodensimetre etc.	2	—
4	Aparate ebuliometrice pentru determinarea concentrației alcoolice	2	—
5	Termoareometre	3	—
6	Viscozimetre cu orificiu de scurgere	1	O.S.M.
7	Viscozimetre cu capilar	2	O.S.M.
8	Viscozimetre cu corpuri căzătoare	4	O.S.M.
9	Viscozimetre cu corp rotitor	F.R.I.	O.S.M.
10	Aparate optice pentru determinarea concentrației substanțelor lichide (colorimetre, fotocolorimetre, nefelometre, polarimetre, zaharometre polarimetrice)	F.R.I.	—
11	Refractometre	F.R.I.	—
12	Aparate de măsurat mărimi fizicochimice (*p*H-metre, titrimetre, conductometre etc.)	1	—
13	Gazanalizatoare pentru o singură componentă din amestecul gazos	1	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 221 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import (F.R.I.)	Observaţii
14	Gazanalizatoare pentru două componente	1	—
15	Aparate pentru determinat umiditatea gazelor (higrometre, psihrometre) etalon	2	—
16	Aparate pentru determinarea umidităţii gazelor tehnice	2	—
17	Umidometre pentru cereale	1	O.S.M.
18	Umidometre pentru lemn, textile, hîrtie, cărbuni etc.	1	—

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul

6 MĂRIMI ELECTRICE ȘI MAGNETICE [1])

1. CURENTUL (INTENSITATEA) ȘI TENSIUNEA

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI*

Curent electric: mișcare orientată a sistemelor de particule încărcate cu sarcină electrică. Cantitatea de sarcină electrică care trece prin secțiunea transversală a unui conductor în unitatea de timp reprezintă **intensitatea curentului electric**, denumită uneori simplu „cu-

Bibliografie

Antoniu, I. S., Electrotehnică și măsuri electrice, vol. III. Lit și tip. învățămîntului, București, 1958.

Arutiunov V. O,. Instrumente și aparate electrice de măsurat (tr. l. rusă) Ed. Tehnică, București 1952.

N. Bărbulescu, N., Țițeica, R., Woinaroski, R., Eftimiu, C., Moisil, Gh., Timotin, A., Bîrcă-Gălățeanu, N., Fizica, vol. I., Ed. Did. și Ped. București, 1964.

Baida, L., s. a.: Curs general de măsuri electrice (tr. l. rusă) Ed. Energetică, București 1953.

Budeanu C. I., Sistemul practic general de mărimi și unități. Ed. Acad. R.P.R., București 1956.

Ionescu Th. V., Electricitatea. Ed. Tehnică București 1957.

Ivanovici, Gh., Metrologie generală și aplicată, Ed. Did. și Ped. Buc., 1962.

Popov, V.S., Măsurări și aparate electrotehnice de măsurat (tr. l. rusă) Ed. Energetică, București 1953.

* * * Lexiconul Tehnic Român

* * * Métrologie Générale (2 vol.) și Métrologie Appliquée (2 vol.) ediția IV. Ed. Dunod, Paris 1962.

* * * Colecția de instrucțiuni de verificare elaborate de O.S.M.

* * * Colecția de standarde.

* * * Prospecte ale aparatelor de măsurat.

[1]) Sînt prezentate numai principalele mărimi cu unitățile lor de măsură și cu tipurile mai importante ale mijloacelor de măsurare. Celelalte mărimi cu unitățile lor de măsură sînt trecute în tabelele anexate la sfîrșitul capitolului.

Scanned with OKEN Scanner

rent" (i, I) şi este mărime fundamentală în sistemele de mărimi pe care se bazează sistemele de unităţi SI şi MKSA, în toate celelalte fiind mărime derivată [1]).

Amper (A), unitate de măsură a intensităţii curentului electric. Este unitate fundamentală în sistemul SI (şi în sistemul MKSA), avînd definiţia: Amperul este intensitatea unui curent electric constant care, menţinut în două conductoare paralele, rectilinii, de lungime infinită şi de secţiune circulară neglijabilă, aşezate în vid la o distanţă de 1 m unul de altul, ar produce între aceste două conductoare o forţă egală cu $2 \cdot 10^{-7}$ kg.ms^{-2} (newtoni) pe metru de lungime [2]).

În sistemele LMT electrostatic şi electromagnetic amperul se defineşte ca fiind intensitatea curentului produsă de scurgerea în fiecare secundă a unei sarcini electrice de un coulomb.
(1A = 1C/s; 1 Ces = $3 \cdot 10^9$ u e s CGS; 1 Cem = 10^{-1} uem CGS).

În sistemul electrostatic, 1A = $3 \cdot 10^9$ unităţi electrostatice CGS.
În sistemul electromagnetic, 1A = 10^{-1} unităţi electromagnetice CGS.

Tensiune electrică (U) (diferenţă de potenţial); mărime egală cu produsul dintre intensitatea medie a cîmpului electric [3]) şi lungimea liniei de-a lungul căreia se măsoară tensiunea, măsurată în direcţia intensităţii cîmpului. În toate sistemele este mărime derivată. În sistemul de mărimi care stă la baza sistemului internaţional de unităţi S I, ca şi în sistemul L M T I, are dimensiunile $[U] = L^2MT^{-3}I^{-1}$; în sist. LMT el. static $[U] = L^{1/2}mM^{1/2}\,T^{-1}$ şi în sist. LMT el. magnetic $[U] = L^{3/2}M^{1/2}T^{-2}$.

Volt (V), unitate derivată; în sistemele S I şi MKSA se defineşte ca fiind „tensiunea electrică între două puncte ale unui conductor prin care

---

[1]) Dimensiunile în sist. LMT Electrostatic $[i] = L^{3/2}M^{1/2}T^{-2}$; în LMT$\varepsilon_0$ $[i] = L^{3/2}M^{1/2}T^{-2}\varepsilon_0^{1/2}$ în sist. LMT el. mag $[i] = L^{1/2}M^{1/2}T^{-1}$; în LMT$\mu_0$, $[i] = L^{1/2}M^{1/2}T^{-1}\mu_0^{-1/2}$.
Sistemele LMTε_0 şi LMTμ_0 nu au prezentat nici un interes practic, nici pentru studiul unităţii. În trecut s-au folosit numai sistemele LMT electro static şi electromagnetic.

[2]) Se mai numeşte şi „amper absolut", pentru a se deosebi de „amperul internaţional" unitate a vechiului sistem de unităţi electrice internaţionale, folosite pînă în 1948, care nu trebuie confundat cu actualul sistem internaţional S I şi în care se definea ca fiind „intensitatea curentului care depune 0,00111800 g argint pe secundă, cînd trece printr-o soluţie apoasă de azotat de argint". Un amper internaţional = 0,99985 amper absolut.

[3]) Cîmp electric: stare fizică particulară a spaţiului în care se exercită forţe electrice. Intensitatea cîmpului electric este o mărime vectorială egală cu limita raportului dintre forţa care se exercită de către un cîmp electric asupra unei sarcini electrice pozitive aşezate într-un anumit punct al cîmpului şi dintre sarcină, cînd aceasta tinde către zero, vectorul avînd acelaşi sens cu forţa.

Scanned with OKEN Scanner

trece un curent constant de un amper, cînd puterea disipată între aceste două puncte este de un watt". Se mai numeşte volt absolut, pentru a se deosebi de vechiul volt internaţional (1 volt int. vechi = 1,000 35 volt abs). În sistemul L M T electrostatic, voltul se defineşte ca fiind „diferenţa de potenţial pentru care deplasarea unităţii de cantitate de electricitate (un coulomb), dintr-un punct cu potenţial mai ridicat într-un punct de potenţial mai coborît, este însoţită de obţinerea lucrului mecanic de un joul", iar în sistemul LMT electromagnetic, ca fiind „tensiunea electrică din lungul unui fir conductor cu rezistenţa electrică de un ohm prin care trece un curent electric cu intensitatea de un amper".

În sistemul electrostatic, $1\ V = 1/3 \cdot 10^2$ u.e.s. CGS;

În sistemul electromagnetic, $1\ V = 10^8$ u.e.m. CGS.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A INTENSITĂŢII ŞI TENSIUNII* [1])

Aparate magnetoelectrice: aparate electrice la care, pentru producerea cuplului de rotaţie necesar deplasării sistemului mobil care antrenează indicatorul, se foloseşte energia cîmpului magnetic al ansamblului format dintr-unul sau mai mulţi magneţi permanenţi şi unul sau mai multe circuite parcurse de curenţi (respectiv interacţiunea dintre un magnet permanent şi curent). Pot fi: cu magnet fix exterior (la care bobina mobilă parcursă de curent se roteşte între polii magnetului permanent); cu magnet fix interior (la care magnetul permanent este aşezat în interiorul bobinei care se poate roti în jurul acestuia); cu magnet mobil (la care magnetul permanent este aşezat şi se roteşte în interiorul bobinei care este fixă). Cele cu magnet exterior au diviziunile de pe scara gradată echidistante, deoarece unghiul de deviaţie al echipajului mobil este proporţional cu curentul care trece prin bobină. Cele cu magnet fix interior nu au scara gradată echidistantă, deoarece inducţia în întrefier variază după o lege sinusoidală, pentru uniformizare necesitînd piese polare din oţel magnetic. Prezintă însă avantajul că necesită un magnet mult mai mic decît la celelalte. Cele cu magnet mobil sînt mai puţin sensibile decît cele cu magnet fix, însă au stabilitate mai mare la suprasarcini şi au un gabarit mai redus. Aparatele magnetoelectrice se folosesc numai pentru curent continuu, legarea lor în circuite trebuind să se facă 'fel încît curentul să intre în aparat prin borna +

[1]) Sînt prezentate categoriile şi apoi cîteva tipuri caracteristice mai importante cu condiţiile metrologice ce le sînt impuse, teoria generală, detaliile subansamblelor constituente, datele constructive etc. ieşind din preocupările acestui Memorator. Condiţiile generale impuse, precum şi metodica verificărilor, sînt arătate la sfîrşitul subcapitolului, după prezentarea tipurilor.

Scanned with OKEN Scanner

și să iasă prin borna —, bornele trebuind să fie obligator marcate de către constructor. Se pot însă utiliza și în măsurări în circuite de curent alternativ, dacă sînt combinate cu dispozitive redresoare. Se va ține seama că aparatele pentru măsurat intensitatea se leagă în serie, iar cele pentru măsurat tensiunea, în derivație. Se pot realiza în clasele de precizie: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2, 5 și 5, clasele de precizie exprimînd erorile tolerate în procente din limita superioară de măsurare pe scara gradată. Pot fi: aparate etalon sau aparate de lucru (de laborator sau tehnice); aparate de masă sau de tablou; aparate fixe sau transportabile etc. (clasificarea putîndu-se face și după alte criterii).

Aparate feromagnetice: [1]): aparate electrice a căror funcționare se bazează pe interacțiunea dintre cîmpul unei bobine fixe (parcurse de curentul a cărui intensitate sau tensiune se măsoară) și unul sau mai multe miezuri mobile, confecționate dintr-un material feromagnetic. Pot fi: de atracție (la care sistemul mobil este atras în cîmpul magnetic al bobinei); de repulsie (la care sistemul este respins în cîmpul magnetic al bobinei). Bobina fiind fixă, prin aparat pot trece curenți mai mari decît la cele magnetoelectrice (putîndu-se realiza ampermetre pînă la 200 A și voltmetre pînă la 600 V fără măsuri speciale). Scara gradată are diviziunile mai dese la începutul ei și mai rare spre sfîrșit, deoarece cuplul de rotație și respectiv unghiul de rotație a acului indicator este proporțional cu pătratul curentului I care trece prin bobină. Pot fi conectate fără o polaritate obligatorie de respectat, deoarece sensul cuplului de rotație nu se schimbă cînd se schimbă sensul curentului, fapt pentru care ele pot fi folosite și în curent alternativ. Prin măsuri constructive speciale, se pot realiza și aparate la care, în anumite porțiuni, scara să aibe diviziuni mai uniforme. În curent alternativ, pentru extinderea scării de măsurare a ampermetrelor se folosesc transformatoare (de măsurare) de curent, la voltmetre putîndu-se folosi transformatoare (de măsurare) de tensiune sau chiar rezistențe adiționale. În curent alternativ, datorită curenților turbionari induși de fluxul magnetic alternativ al bobinei în elementul mobil și piesele metalice înconjurătoare, apar erori suplimentare față de folosirea în curent continuu. Acești curenți fac ca indicațiile în curent alternativ să fie mai mici cu 1 ... 2% față de indicațiile în curent continuu. Prin executarea carcaselor din materiale plastice, se înlătură apariția curenților turbionari, putîndu-se realiza aparate feromagnetice pentru curent alternativ cu frecvența pînă la cîteva sute de hertzi fără a le micșora precizia. La voltmetre erorile în curent alternativ sînt mai mari, deoarece la schimbarea frecvenței se resimte și acțiunea modificării reactanței bobinei, care crește odată cu creșterea frecvenței. Precizia aparatelor feromagnetice este, de obicei, de 1,5 sau 2,5%.

[1]) În trecut erau denumite „aparate electromagnetice".

Scanned with OKEN Scanner

Dacă piesele magnetice sînt din permalloy, se pot realiza și în clasa 0,5. Au sensibilitatea mai mică decît cele magnetoelectrice și un consum propriu de putere mult mai mare. Pentru micșorarea influenței cîmpurilor magnetice exterioare, aparatele se ecranează (cu învelișuri de oțel). Se realizează aparate astatice, care au două bobine fixe conectate în serie dar rotite una față de alta cu 180°, astfel încît cîmpurile lor magnetice sînt egale și de sens contrar, și deci cîmpul magnetic exterior nu le influențează indicațiile (influențele asupra bobinelor fiind în oponență).

Aparate electrodinamice și ferodinamice: aparate electrice la care pentru producerea cuplului de rotație necesar deplasării părții mobile este folosită energia cîmpului magnetic a sistemului format din una sau mai multe bobine fixe, care produc cîmpul magnetic și una sau mai multe bobine mobile, care se mișcă în acest cîmp. Unghiul de deviație a sistemului mobil la cele de curent continuu este proporțional cu produsul curenților din bobina mobilă și cea fixă, iar la cele de curent alternativ, cu produsul valorilor eficace ale curenților din bobine și cosinusul unghiului de defazaj dintre curenți. Aparatele feromagnetice au circuitul magnetic al bobinei fixe alcătuit în cea mai mare parte din material feromagnetic, pentru obținerea unui cuplu activ mult mai mare, deoarece se obține un cîmp magnetic mai puternic; ele sînt utilizate în general pentru curent alternativ. Cîmpurile magnetice exterioare nu au influență la cele feromagnetice, deoarece cîmpul propriu este puternic, întrucît au miezul magnetic, în timp ce la cele electrodinamice ele influențează mult indicațiile, fapt pentru care ele se construiesc fie ecranate (ecranul constituit din doi cilindri concentrici în care este închis dispozitivul de măsurat), fie astatice (la care atît cele două bobine fixe, cît și cele două bobine mobile sînt astfel conectate încît curenții care trec prin ele au sensuri contrare). Aparatele electrodinamice, ținîndu-se seama de raportul dintre rezistența și reactanța bobinelor, se pot realiza pentru a da aceleași indicații în curent continuu și în curent alternativ; sînt utilizate în special în laborator, construindu-se în clasele 0,2 și 0,5 și ca aparate etalon pentru circuitele de curent alternativ, ele putînd fi etalonate în curent continuu. Cele ferodinamice se realizează în clasele 1,5 și 2,5, ca aparate de tablou indicatoare sau înregistratoare. Erori datorite schimbării frecvenței apar numai la frecvențe mai mari, pînă la 200 Hz eroarea fiind sub 0,3%. La ampermetre pentru curenți mici (sub 0,5 A) bobinele fixe și mobile se leagă în serie, iar la cele pentru curenți mai mari, în paralel. La voltmetre, bobina fixă și bobina mobilă sînt legate în serie, împreună cu o rezistență adițională cu ajutorul căreia se pot realiza diferite domenii de măsurare.

Scanned with OKEN Scanner

Aparate de inducţie: aparate electrice la care pentru producerea cuplului de rotaţie necesar deplasării părţii mobile este folosită interacţiunea dintre fluxul magnetic creat de una sau mai multe bobine şi curentul sau curenţii induşi în sistemul mobil, fapt pentru care nu se utilizează decît în curent alternativ. Pot fi: cu un singur flux (în care caz cuplul activ este dat de interacţiunea fluxului creat de o bobină şi curentul indus de el în sistemul mobil); cu mai multe fluxuri (în care caz cuplul activ este dat de interacţiunea fluxurilor create de două sau mai multe bobine fixe şi de curenţii induşi de acestea în sistemul mobil). Cele cu un singur flux au sistemul mobil fie sub formă de bobină (în care caz sînt asemănătoare construcţiei aparatelor feromagnetice, circuitul bobinei mobile fiind închis pe o rezistenţă cu valoare calculată şi rotindu-se între polii electromagnetului de curent alternativ, fie cu un disc (în care caz discul metalic confecţionat din metal nemagnetic se roteşte în intreferul electromagnetului, fiind aşezat asimetric faţă de centrul polului acestuia). Cele cu mai multe fluxuri pot fi: cu cîmp învîrtitor[1]), (în care caz pe axul sistemului mobil se aplică un tambur confecţionat din aluminiu, acul indicator şi arcurile spirale pentru crearea cuplului rezistent), cu cîmp de fugă (în care caz sistemul mobil este un disc de aluminiu asupra căruia acţionează două sau mai multe fluxuri magnetice decalate fie prin înconjurarea unei părţi a polului electromagnetului cu o spiră în scurtcircuit sau cu o lamelă de cupru, fie prin electromagneţi străbătuţi de fluxuri defazate în timp, aşezaţi în faţa discului). Cele cu trei fluxuri (aparate tripolare) sînt cele mai frecvente actualmente, putînd fi aparate tripolare tangenţiale (în care caz au doi electromagneţi situaţi în planul în care se găsesc punctele în care fluxurile străbat discul), sau aparate tripolare radiale (în care caz unul dintre electromagneţi este aşezat perpendicular). Aparatele de inducţie se realizează în clasele 1,5 sau 2,5, fiind destinate numai pentru măsurări tehnice.

Aparate termice (cu fir cald): aparate electrice a căror funcţionare se bazează pe proprietatea dilatării în lungime a firelor metalice (cu coeficient de dilatare mare şi rezistenţă mecanică suficientă) provocată de acţiunea termică a curentului care le parcurge şi care produce cuplul rezistent, cuplul activ fiind dat de un arc plat. Alungirea firului, care acţionează asupra acului indicator provocîndu-i deviaţia, este funcţie de pătratul intensităţii curentului care îl parcurge, fapt pentru care realizarea cel puţin pe o anumită porţiune a scării gradate necesită unele măsuri constructive speciale (cum ar fi alegerea unor anumite puncte de legătură a firelor, aşezarea excentrică pe axa rolei etc). Pot fi folosite

---

[1]) Realizarea acestora fiind dificilă şi în acelaşi timp performanţele fiind inferioare faţă de ale celorlalte tipuri, nu se mai construiesc.

Scanned with OKEN Scanner

atît în curent continuu, cît şi în curent alternativ, putînd fi deci tarate în curent continuu. Nu suportă supraîncărcări, datorită diametrului mic al firului cald. Se realizează numai în clasele 1 şi 1,5 şi se folosesc în special ca ampermetre la măsurarea curentului în circuitele de înaltă frecvenţă. Deoarece pentru legare directă nu se realizează decît pentru limita de măsurare de 1 A, pentru extinderea domeniului de măsurare sînt necesare şunturi exterioare (sau chiar interioare) însă acestea în circuitele de înaltă frecvenţa măresc erorile, fapt pentru care utilizarea lor se face cu transformatoare de măsurare construite special pentru înaltă frecvenţă.

Aparate electrostatice: aparate electrice a căror funcţionare se bazează pe acţiunea forţelor electrostatice exercitată între unele piese fixe şi mobile între care există o diferenţă de potenţial electric, deviaţia sistemului mobil depinzînd de variaţia capacităţii sistemului, care se realizează fie prin variaţia suprafeţei active a armăturilor, fie prin variaţia distanţei între armături. Cuplul rezistent este dat de firele de suspensie ale sistemului mobil, sau de un arc special. Posedă amortizoare magnetice sau cu aer. Scara gradată este neechidistantă, întrucît deviaţia sistemului mobil este funcţie şi de pătratul tensiunii electrice. Nu sînt influenţate nici de cîmpurile magnetice exterioare, nici de temperatura mediului ambiant şi nici de frecvenţa curentului. Sînt însă influenţate de cîmpurile electrice exterioare, fapt pentru care sînt prevăzute cu ecrane electrostatice legate de una din bornele aparatului care se conectează şi la pămînt. Sînt utilizate numai ca voltmetre în curent continuu şi curent alternativ. Se realizează în clasele de precizie 1; 1,5 şi 2.5, cele cu variaţia suprafeţei active a armăturilor fiind construite pentru măsurări de tensiuni între 20 ... 1 500 V, iar cele cu variaţia distanţei între armături, pentru măsurări de tensiuni pînă la 30 kV. S-au realizat unele tipuri pentru tensiuni foarte înalte, pînă la 1 MV.

Aparate înregistratoare: aparate electrice la care variaţia curentului sau tensiunii se înscrie pe diagrame circulare sau în formă de bandă. Pot fi: cu înregistrare prin puncte (în care caz variaţia mărimii de măsurat se înscrie direct cu indicatorul care apasă periodic pe hîrtia de înregistrat o bandă colorantă, obţinîndu-se puncte colorate care dau variaţia în timp a mărimii respective în coordonate rectangulare); cu înregistrare continuă (în care caz variaţia mărimii de măsurat este înscrisă direct cu cerneală pe hîrtia de înregistrat, indicatorul avînd fixat de el o peniţă încărcată cu cerneală, care alunecă continuu pe suprafaţa hîrtiei de înregistrat a cărei deplasare este dată tot de un mic motor ca la cele prin puncte. La acestea, hîrtia de înregistrare poate fi circulară sau în formă de bandă. Precizia lor este mai redusă eroarea fiind în general de circa $\pm$ 2%. Necesită cuplu activ puternic,

Scanned with OKEN Scanner

întrucît trebuie să învingă şi frecările peniţei pe hîrtie, fapt pentru care dispozitivele de măsurat sînt magnetoelectrice sau ferodinamice. Viteza de deplasare a hîrtiei se reglează în funcţie de viteza de variaţie a mărimii de măsurat. Aparatele înregistratoare sînt folosite în cazurile în care este necesar să se urmărească variaţia mărimii de măsurat într-un anumit interval de timp. S-au realizat numeroase tipuri şi variante, deosebirile principale constînd în modul de realizare al dispozitivului înregistrator, inclusiv al sistemului care acţionează deplasarea hîrtiei de înregistrat.

Reductoare de curent continuu: aparate electrice (denumite uneori impropriu transformatoare de măsurare pentru curent continuu) folosite în măsurări indirecte la instalaţiile de înaltă tensiune pentru transportul energiei electrice în curent continuu, a căror funcţionare se bazează pe interacţiunea a două miezuri magnetice închise străbătute de curentul de măsurat şi a curentului alternativ auxiliar care se măsoară şi care parcurge bobinajele legate în opoziţie ale miezurilor magnetice. Înfăşurările secundare sînt astfel conectate, încît în timpul fiecărei jumătăţi de perioadă a curentului alternativ componenţa alternativă într-unul din miezuri să fie în sens contrar iar în celălalt în acelaşi sens, cu fluxul curentului continuu. Se pot realiza şi pentru măsurarea tensiunilor, în care caz înfăşurările primare se conectează la tensiunea de măsurat iar cele secundare se conectează în paralel. Dau erori mari de măsurare, deoarece curba de magnetizare a materialelor feromagnetice necesare realizării acestor aparate, au permeabilitate iniţială mare şi abat curba reală de magnetizare de la cea teoretică, abatere influenţată şi de fluxurile de dispersie ale înfăşurărilor secundare.

Transformatoare de măsurare: transformatoare electrice de curent alternativ folosite la reducerea intensităţii sau tensiunii prea mari, la valori care pot fi măsurate cu mijloace de măsurare obişnuite (ampermetre sau voltmetre):

— *transformatoare de curent:* transformatoare la care bobinajul primar (cu spire puţine, din sîrmă groasă legat în serie pe un circuit parcurs de un curent mare) şi bobinajul secundar (cu spire multe, din sîrmă subţire) sînt astfel calculate încît în secundar să aibe 5 A (în cazuri speciale şi 1 A), conform relaţiei:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = k_i,$$

în care: I_1 este curentul în primar şi I_2 în secundar; N_1 — numărul de spire în primar şi N_2 în secundar; k_i — raportul de transformare de curent, care se indică pe transformator sub formă de fracţie (ex. 1000/5 A). Unele au mai multe bobinaje secundare, dintre care unul pentru alimentarea apa-

Scanned with OKEN Scanner

ratelor de măsurat iar celelalte pentru alimentarea aparatelor de protecție. Pe transformator trebuie să fie înscrisă și tensiunea de alimentare (ex. 10 kV). La funcționare, una din bornele secundatului trebuie să fie permanent legată de pămînt. Nu este admisibil să se întrerupă circuitul secundar cînd circuitul primar este parcurs de curent (se arde transformatorul). Dacă se deconectează ampermetrul. (care se leagă între bornele secundarului) bornele secundare trebuie legate în scurtcircuit. Curentul de măsurat se obține cu relația $I_1 = I_2 \cdot k_i$. (Ex. transformatorul are raportul de transformare înscris $k_i = 10\,000/5$ A și ampermetrul arată 4 A. Curentul de măsurat are deci valoarea 10 000.4/5 A, adică 8 000 A). Se execută în cinci clase de precizie: 0,2; 0,5; 1; 3; 10;

— *transformatoare de tensiune*: transformatoare la care bobinajul primar se leagă în derivație (ca un voltmetru) la tensiunea de măsurat, iar voltmetrul la bornele secundarului (ambele bobinaje sînt din sîrmă foarte subțire). Bobinajele sînt astfel calculate încît în secundar să existe tensiunea standardizată 100 V (la tipurile vechi 110 V), conform relației $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = k_u$ de unde $U_1 = U_2\ k_u$, în care U_1 și U_2 sînt tensiunile în primar și respectiv în secundar; N_1 și N_2 — numărul de spire în primar și respectiv în secundar; k_u — raportul de transformare de tensiune, care se înscrie pe transformator (sub forma U_1n/U_2n, exemplu, 10 000/100 V). Se construiesc pentru tensiuni nominale U_1n și U_2n raportul de transformare fiind deci $U_1n/U_2n = k_u$. Eroarea de tensiune Δu este dată de relația:

$$\Delta u\ \% = \frac{k_u(U_2 - U_1)}{U_1} \cdot 100.$$

Eroarea de unghi este unghiul de decalaj dintre vectorul care reprezintă tensiunea primară și vectorul rotit 180° care reprezintă tensiunea secundară. Se realizează în trei clase de precizie: 0,5; 1; 3, cu tensiunile nominale primare corespunzătoare tensiunilor nominale ale rețelelor electrice. Pot fi: monofazate și trifazate (cu trei sau cinci miezuri, în funcție de destinație); cu izolație în ulei sau în rășini sintetice și miezul în manta, în care caz au izolatoarele montate oblic; uscate monopolare, în care caz au un singur capăt al primarului scos prin izolator, celălalt în timpul funcționării fiind legat la pămînt, firul neutru fiind de asemenea legat la pămînt; portative (pentru control), în care caz au mai multe raporturi de transformare; pentru măsurarea tensiunii față de pămînt, în care caz au formă de izolator-suport. Pentru preveniri de accidente, una din bornele secundarului se leagă obligatoriu la pămînt, iar pe partea

Scanned with OKEN Scanner

de înaltă tensiune se pun siguranțe de 2 A, pe partea de joasă tensiune putîndu-se pune siguranțe numai dacă arderea lor nu întrerupe legarea la pămînt.

Galvanometre: aparate electrice de măsurat foarte sensibile, folosite la măsurarea curenților foarte slabi (10^{-6} ... 10^{-11} A), a căderilor de tensiune foarte joase (de ordinul 10^{-6} V), sau a unor sarcini electrice foarte mici descărcate prin ele (galvanometre balistice). Se construiesc pentru curent continuu sau curent alternativ, putînd fi magnetoelectrice (sistemul cel mai folosit), electromagnetice și chiar electrodinamice. Pot fi: galvanometre cu ac indicator (în care caz au sistemul indicator alcătuit dintr-un ac indicator (care se deplasează în fața unei scări gradate și este fixat de echipajul mobil, deplasîndu-se deci odată cu acesta); galvanometre cu oglindă plană sau sferică fixată de echipajul mobil, (în primul caz fiind construite din galvanometru propriu-zis, o riglă gradată în mm, puternic luminată așezată la distanța de 1 m de la oglinda fixată pe echipajul mobil și o lunetă cu fir reticular fixată pe suportul riglei, cu ajutorul căreia la amortizarea mișcării se citește diviziunea de pe scară care coincide cu firul reticular iar în al doilea caz, dintr-un galvanometru propriu-zis la care un dispozitiv de proiecție fixat pe suportul riglei așezată la 1 m și prevăzut cu fantă și cu fir reticular trimite pe oglinda sferică un fascicul de raze paralele care sînt reflectate de oglindă pe scara gradată sub forma unui spot luminos avînd la mijloc imaginea firului reticular, la amortizarea mișcării citindu-se în dreptul acestuia valoarea deplasării). După felul construcției și funcționării, pot fi: galvanometre cu bobină mobilă (sau cadru mobil, tip Deprez d'Arsonval) pentru curent continuu folosite în laboratoare ca instrument de zero (în care caz sînt alcătuite dintr-un magnet permanent între polii căruia se rotește echipajul mobil dintr-o bobină cu fire de cupru cu diametrul 0,01 ... 0,05 mm izolată și rigidizată cu lac); se caracterizează prin sensibilitatea la curent S_i care reprezintă numărul de diviziuni de pe scară cu care deviază indicatorul la un curent de 1 μA și prin sensibilitatea la tensiune S_u care reprezintă numărul de diviziuni de pe scară la tensiunea de 1 μV sau prin mărimile inverse sensibilităților $C_i = 1/S_i$ și $C_u = 1/S_u$, care dau valoarea unei diviziuni în unități de curent sau de tensiune, care se înscrie pe scara gradată (ex $C_i = 10^{-9}$ A/div.); galvanometre diferențiale (în care caz bobina mobilă are două înfășurări identice prin cari curenții circulă în sensuri contrare astfel încît la curenți egali cuplul activ este nul, folosite ca instrumente de zero la punți sau ca galvanometre obișnuite dar cu amortizare reglabilă, una din înfășurări servind la trimiterea unui curent reglat după necesitatea de amortizare); galvanometre balistice folosite la măsurarea sarcinilor electrice mici (de ordinul μC), transmise de impulsurile de curent ce-l străbat, a căror construcție diferă de cea a galvanometrelor

Scanned with OKEN Scanner

de curent continuu cu cadru mobil numai prin mărirea momentului de inerție al bobinei. Deviația maximă α_m este proporțională cu cantitatea de electricitate Q care trece prin bobina mobilă cînd durata trecerii este mai mică decît perioada de oscilație ($Q = C_b\ \alpha_m$, în care C_b este constanta balistică), respectiv cantitatea de electricitate corespunzătoare unei devieri de 1 mm pe scara gradată; inversul, adică $1/C_b = S_b$ este sensibilitatea balistică, adică deviația la trecerea unității de curent electric). Se etalonează în condițiile de lucru, fapt pentru care în timpul determinărilor nu trebuie să se modifice rezistența circuitului exterior; galvanometre de rezonanță folosite în curent alternativ sînt aparate magnetoelectrice cu moment de inerție foarte mic. Pot fi: galvanometre de rezonanță cu bobină mobilă (în care caz construcția este asemănătoare cu a galvanometrelor cu curent continuu oscilațiile avînd amplitudinea maximă cînd frecvența oscilațiilor proprii ale bobinei este egală cu frecvența curentului alternativ care o parcurge, bobina fiind acordată în acest caz în rezonanță cu curentul. Bobina este suspendată pe două fire tensionate, pe unul fiind oglinda. Lungimea fîșiei luminoase dată de oglinda care urmează oscilațiile bobinei este proporțională cu curentul din bobină; galvanometre de rezonanță cu magnet mobil (în care caz bobina este fixă iar magnetul mobil este suspendat prin două benzi, pe una fiind fixată oglinda). Pot ajunge sensibilitatea 10^{-7} A/mm; galvanometre de rezonanță cu plăcuță mobilă magnetizată (în care caz sînt alcătuite dintr-un electromagnet alimentat cu curent continuu, între piesele polare fiind o plăcuță de fier moale suspendată pe două benzi tensionate, fiind deci aparate electromagnetice și din două piese polare cu înfășurări de magnetizare prin care trece curentul alternativ de măsurat, dispuse în așa fel încît cîmpul lor tinde să orienteze plăcuța perpendicular pe direcția fluxului magnetic continuu al magnetului alimentat de curent continuu, fapt ce are ca efect oscilația plăcuței cu o frecvență egală cu aceea a curentului alternativ de măsurat; sensibilitatea poate ajunge la $0{,}25.10^{-7}$ A/mm; se construiesc pentru frecvența de 25 ... 100 Hz și pentru alimentarea în curent continuu la 24 V și 0,2 A).

Elemente Weston (elemente normale): elemente electrice a căror valoare a tensiunii servește, în anumite condiții, ca valoare de referință pentru unitatea de forță electromotoare. Pot fi: cu soluție de sulfat de cadmiu saturată (la temperatura de utilizare) denumite și „elemente internaționale" care se realizează în două clase de precizie, clasa 1 și clasa 2; cu soluție de sulfat de cadmiu nesaturată, la temperaturi mai mari de 4°C, care se realizează numai în clasa 3. În tabela 222 sînt indicate condițiile pe care trebuie să le îndeplinească.

Reguli de folosire: nu trebuie zdruncinate, scuturate sau răsturnate; nu se poate trece prin ele și nici nu se poate lua de la ele un curent peste

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 222

Condiţii impuse elementelor Weston

Clasa	Val. f.e.m. la 20°C		Cel mai mare curent A	Variaţie admisă f.e.m. în 3 zile μV	Variaţie admisă f.e.m. într-un an μV	Rezistenţa int. maximă Ω
	de la V	pînă la V				
1	1,01850	1,01870	10^{-6}	10	50	1 000
2	1,01850	1,01870	10^{-6}	50	100	1 000
3	1,01850	1,01950	10^{-5}	100	300	600

1 μA. Se vor feri de razele solare şi de surse de lumină şi căldură puternice; se păstrează la o temperatură cît mai constantă. Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 129-59. Se eliberează buletine de comparaţie, în care se trec valorile efective la condiţiile determinării.

C. *VERIFICAREA MIJLOACELOR DE MĂSURARE A CURENŢILOR ŞI TENSIUNILOR*

Verificarea aparatelor electrice de măsurat comportă [1]):

— *verificarea echilibrării sistemului mobil*: se înclină cu 10° aparatul în orice direcţie, acul indicator prealabil adus la zero trebuind să nu se deplaseze mai mult decît cu eroarea de clasă;

— *verificarea mişcării libere a sistemului mobil*: se variază cu un dispozitiv alimentarea pînă cînd devierea ajunge la limita superioară a scării apoi se reduce, pînă ajunge la zero, dispozitivul trebuind să se deplaseze lin, fără salturi;

— *verificarea deviaţiei iniţiale:* se aplică brusc valoarea egală cu $^2/_3$ din limita scării gradate (intensitate sau tensiune după felul aparatului) indicatorul fiind la reperul iniţial, deviaţia iniţială trebuind să nu depăşească cu mai mult de 30% deviaţia permanentă pentru acea valoare;

— *verificarea deviaţiei remanente:* se aduce indicatorul la valoarea maximă a scării şi se reduce alimentarea încet pînă la zero, indicatorul trebuind să revină la poziţia iniţială în limitele erorii tolerate Δl, de: $\Delta l = \frac{0{,}01\,cl \cdot L}{2}$ în care cl. este clasa aparatului, L — lungimea în mm a scării gradate, iar pentru cele a căror scară gradată are unghiul mai mare de 120° şi pentru cele tensionate, în limita erorii $2\,\Delta l$ calculată ca mai sus;

[1]) Aceleaşi feluri de verificări se fac la toate aparatele de măsurat mărimi electrice.

— *verificarea timpului de amortizare a oscilațiilor:* se aduce indicatorul la mijlocul scării gradate, se deconectează și se lasă indicatorul să-și amortizeze oscilațiile în jurul poziției inițiale, apoi se conectează brusc pornind în același moment un cronometru care se oprește în momentul în care oscilațiile au devenit mai mici decît 1,5% din lungimea L a scării gradate (se constată după numărul diviziunilor). Se fac trei astfel de determinări și se ia media, care nu trebuie să depășească 4 s, cu excepția pentru cele termice și cele cu $L > 150$ mm sau $L < 60$ mm la care poate ajunge la 4 s;

— *verificarea rezistenței izolației la străpungere* [1]) se face la instalații cu puterea de minimum 0,5 kVA pentru fiecare 1 000 V tensiune de încercare, prevăzute cu transformator ridicător de tensiune (care poate fi transformator de măsurare) și cu voltmetru cu scara gradată în funcție de raportul de transformare al transformatorului și cu sistem de deconectare automat (releu maximal). Tensiunea de încercare se aplică progresiv crescînd cu circa 100 V pe secundă (descreșterea tensiunii se face tot uniform);

— *verificarea indicațiilor:* la aparatele electrice etalon și la cele de laborator clasa 0,1 ... 0,5 (se face prin metoda compensației cu precizie de 0,02 ... 0,05% din limita de măsurare și la cele tehnice (clasa 1 ...5) prin metoda comparației cu indicațiile unui etalon cu indicele de clasă de cel puțin 5 ori mai mic decît al celor de verificat, cu limita superioară de măsurare aceeași cu a aparatelor de verificat și de același tip. Aparatele de clasa 0,1; 0,2; 0,5 se pot verifica imediat după conectarea lor în circuit, iar celelalte după lăsarea sub curentul și tensiunea nominală timp de 30 min. Cele cu mai multe domenii de măsurare pentru o singură mărime se verifică pentru fiecare domeniu. Cele pentru mai multe mărimi, (ex. avometre) se verifică numai pentru scara de bază a fiecărei mărimi de măsurat. Verificările la cele de clasa 0,1; 0,2 și 0,5: se execută cîte patru determinări pentru fiecare reper numerotat și anume: prima la descreșterea mărimii de măsurat de la valoarea nominală, la zero, a doua de la zero la valoarea nominală, a treia și a patra la fel ca primele, însă cu inversarea curentului la toate tipurile de aparate cu excepția celor electromagnetice la care se rotește aparatul cu 180° față de poziția pe care o avea la primele două determinări. Erorile de indicație se calculează față de

---

[1]) Rezistența izolației la străpungere pentru toate categoriile de aparate electrice, trebuie să suporte timp de 60 s la temperatura mediului ambiant de 20 ± 5°C și umiditate relativă 65% ... 80%, următoarele tensiuni de încercare, în funcție de tensiunile nominale de izolație: 0,5 kV la cele cu tensiunea nominală de izolație 40 V; 2 kV, la cele cu tensiunea nominală de izolație pînă la 650 V; 3 kV, la cele pînă la 1 000 V; 5 kV, la cele pînă la 2 000 V; 1 kV + de două ori tensiunea nominală de izolație, la cele conectate cu transformatoare de măsurare, 2 kV.

Scanned with OKEN Scanner

valoarea mediei aritmetice şi nu trebuie să depăşească eroarea de clasă a aparatului (la cele tehnice se fac numai primele două determinări şi se ia media aritmetică). Verificările se fac după caz, în conformitate cu prevederile din următoarele instrucţiuni:

— Instrucţiuni 128-59 pentru verificarea voltmetrelor de laborator;

— Instrucţiuni 46-54 pentru verificarea voltmetrelor magnetoelectrice tehnice de tablou;

— Instrucţiuni 26-53 pentru verificarea voltmetrelor electromagnetice tehnice de tablou;

— Instrucţiuni 176-62, pentru verificarea milivoltmetrelor magnetoelectrice indicatoare pentru termocupluri;

— Instrucţiuni 129-59 pentru verificarea elementelor Weston;

(În figura. 206 este reprezentată schema de principiu pentru transmiterea unităţii de măsură la elementele Weston)

— Instrucţiuni 28-53 pentru verificarea ampermetrelor electromagnetice tehnice de tablou;

— Instrucţiuni 51-54 pentru verificarea ampermetrelor magnetoelectrice de tablou;

— Instrucţiuni 105-57 pentru verificarea transformatoarelor cleşte cu ampermetru;

— Instrucţiuni 69-55 pentru verificarea transformatoarelor de curent;

— Instrucţiuni 75-55 pentru verificarea transformatoarelor de tensiune.

— Schema de montaj pentru verificarea ampermetrelor prin metoda compensaţiei este reprezentată în fig. 207, în care A_v este ampermetrul de verificat; G — galvanometrul, E şi E_1, surse de curent (acumulatoare); e_0 — element Weston; R_0 — rezistenţa etalon; R_1 şi R_h — reostate de reglaj; C — comutator şi K — întrerupător.

— Schema de montaj pentru verificarea ampermetrelor prin metoda comparaţiei este reprezentată în fig. 208, în care A_0 şi Av sînt ampermetrele etalon şi de verificat; E — sursa de curent (continuu sau alternativ, după caz); R_1 şi R_2 reostate de reglare; S — siguranţe şi K — întrerupător bipolar cu pîrghie.

— Schema de montaj pentru verificarea voltmetrelor în curent continuu prin metoda compensaţiei este asemănătoare schemei pentru verificarea ampermetrelor, voltmetrele trebuind însă să fie legate în derivaţie.

— Schema de montaj pentru verificarea voltmetrelor prin metoda comparaţiei este reprezentată în fig. 209 în care E este sursa de alimentare (curent continuu sau curent alternativ după caz); V_0 şi V_v — voltmetrele etalon şi de verificat; R_1 şi R_2 — reostate de reglaj; S — siguranţe şi

Scanned with OKEN Scanner

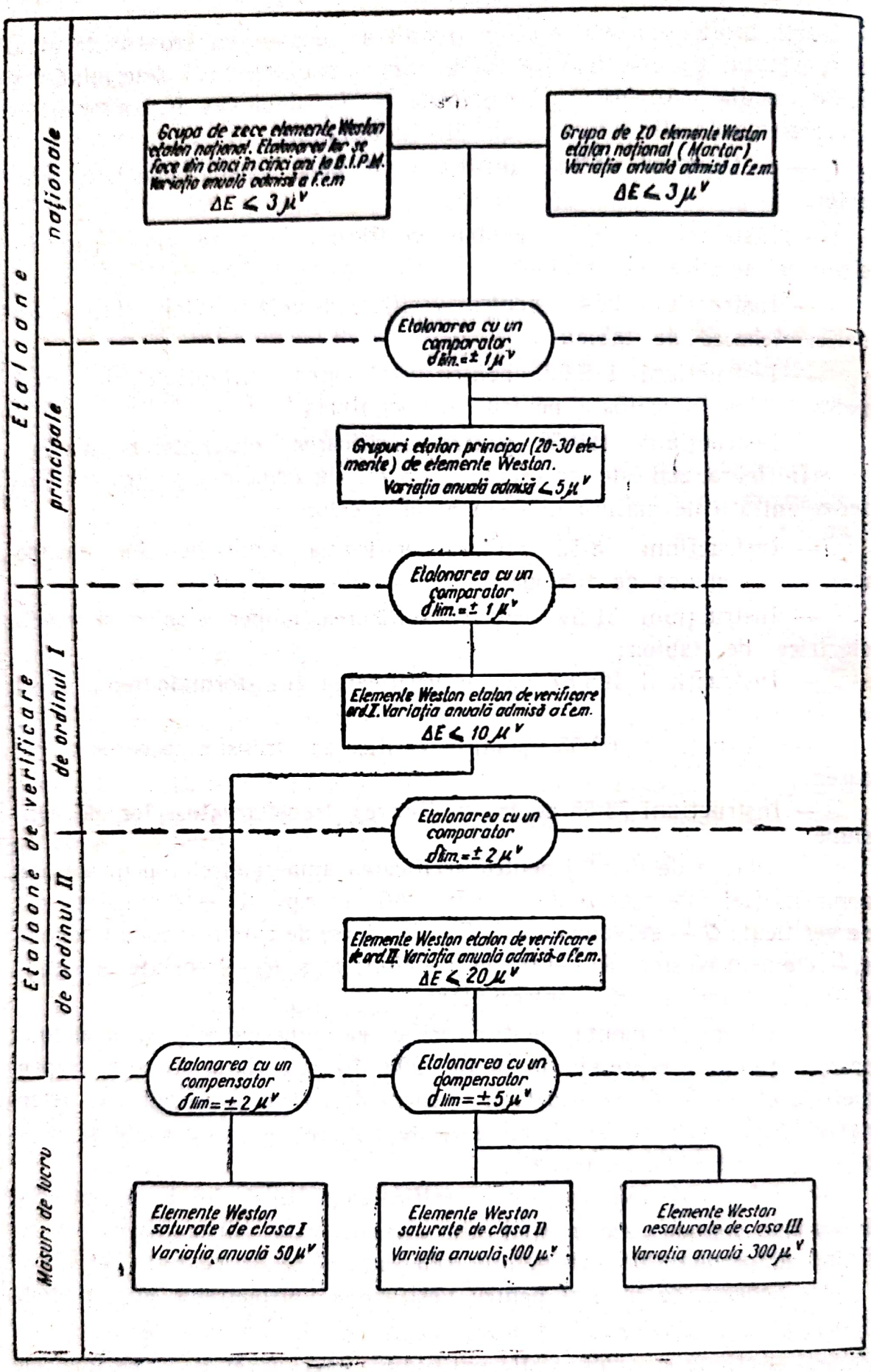


Fig. 206. Schema de principiu pentru transmiterea unității de măsură la elementele Weston.

Scanned with OKEN Scanner

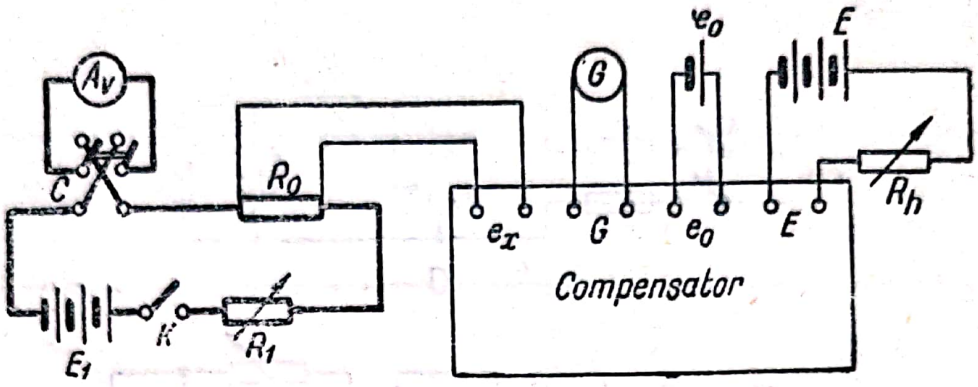


Fig. 207. Schema de montaj pentru verificarea ampermetrelor prin metoda compensației.

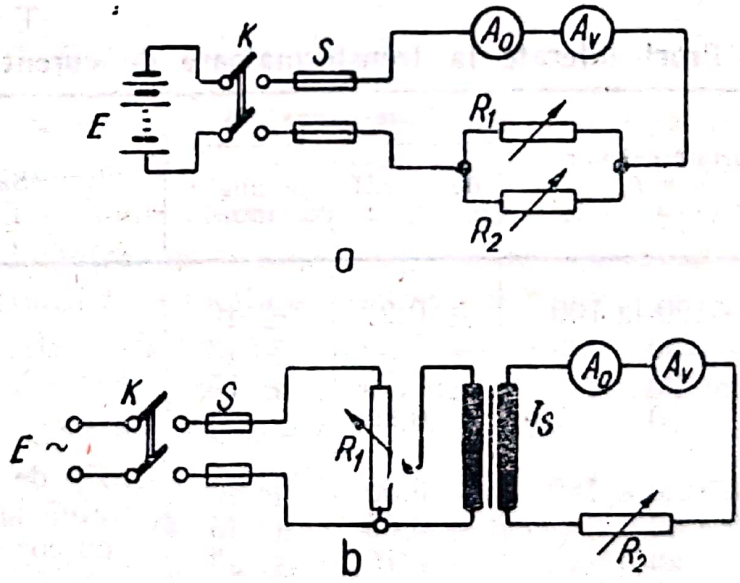


Fig. 208. Schema de montaj pentru verificarea ampermetrelor prin metoda comparației:
a — cu alimentare directă; *b* — cu alimentare prin transformator.

K—întrerupător bipolar cu pîrghie. În tabela 223 sînt indicate erorile tolerate la verificarea transformatoarelor de curent, iar la cele de tensiune stabilite pentru temperatura de 20 ± 5°C, frecvența nominală (50 ± 1) Hz și tensiunea primară cuprinsă între 0,9 ... 1,1 din tensiunea nominală, în tabela 224.

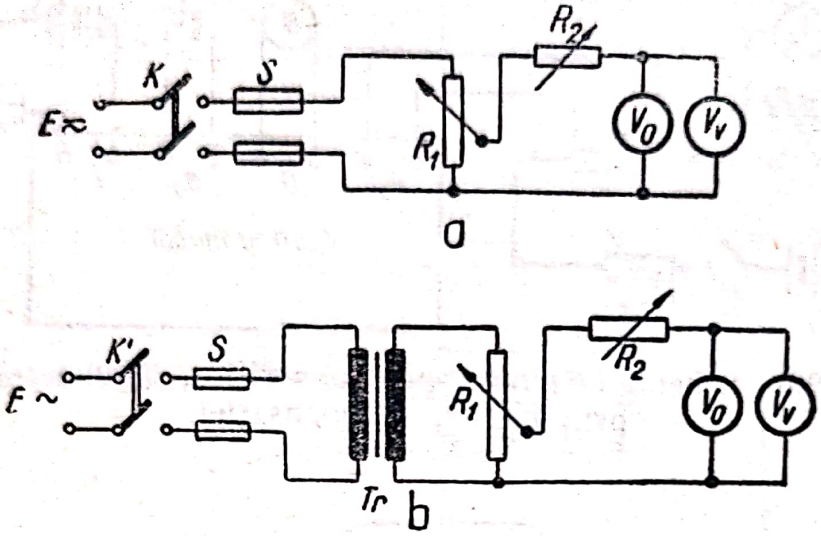


Fig. 209. Schema de montaj pentru verificarea voltmetrelor prin metoda comparației:
a — cu alimentare directă; *b* — cu alimentare prin transformator.

Tabela 223

Erori tolerate la transformatoare de curent

Clasa de precizie	Curent primar % din I_{nom}	Eroare maximă		Sarcina
		de curent %	de unghi min	
0,2	De la 120 la 100	± 0,20	± 10	
	50	± 0,30	± 13	
	20	± 0,35	± 15	
	10	± 0,50	± 20	
0,5	De la 120 la 100	± 0,50	± 40	Z_1 de la 0,25 Z_2n
	50	± 0,65	± 45	pînă la Z_2n
	20	± 0,75	± 50	cu cos φ = 0,8
	10	± 1,00	± 60	și Z_2 minim 0,15
				pentru I_{2n} = 5 A și
1	De la 120 la 100	± 1,0	± 80	
	50	± 1,3	± 90	Z_2 = minim 1 Ω
	20	± 1,5	±100	pentru I_2n = 1 A
	10	± 2,0	±120	
3	De la 120 la50	± 3	—	
10	De la 120 la 50	± 10	—	

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 224

Erori tolerate la transformatoare de tensiune

Clasa de precizie	Erori tolerate		Clasa de precizie	Erori tolerate	
	de tensiune %	de unghi min.		de tensiune %	de unghi min.
0,2	± 0,2	± 10	1	± 1,0	± 40
0,5	± 0,5	± 20	3	± 3,0	—

D. *TRANSMITEREA UNITĂȚII DE CURENT, A UNITĂȚII DE TENSIUNE ȘI A UNITĂȚII DE REZISTENȚĂ*

Transmiterea unității de curent, a unității de tensiune și a unității la rezistențele etalon se realizează potrivit schemelor de principiu din fig. 210, 211, 212.

2. REZISTENȚA ELECTRICĂ

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI*

Rezistență electrică (R): mărime care reprezintă opunerea pe care o are un conductor la trecerea curentului electric. Pentru un conductor izotrop, fără tensiune electromotoare proprie și cu două borne de acces perfect conductoare, se definește prin cîtul dintre tensiunea la borne U și intensitatea I a curentului continuu ce-l parcurge. În sistemele LMT Și LMTI este mărime derivată. Dimensiuni: în sist. LMTI (deci și SI) $[R] = L^2MT^{-3}I^{-2}$. În sistemul LMT electrostatic $[R] = L^{-1}T$. În sistemul electromagnetic $[R] = LT^{-1}$. Valoarea rezistenței în curent alternativ al unui conductor masiv este valoarea raportului dintre puterea absorbită de acel conductor parcurs de curent alternativ și pătratul intensității eficace a curentului și este mai mare decît rezistența aceluiași conductor în curent continuu.

— *rezistivitate sau rezistență specifică* (ρ) a unui material este rezistența electrică a unui fir făcut din materialul considerat, lungimea l de 1 m și secțiunea s de 1 mm², la temperatura de 20°C. Dimensiuni: în sistemul SI, $[\rho] = L^3MT^{-3}I^{-2}$. În sistemul LMT e.s. $[\rho] = T$; în sistemul LMT e.m. $[\rho] = L^2T^{-1}$.

Relații $R = \rho \frac{1}{s}$; $\rho = \frac{R \cdot s}{1}$.

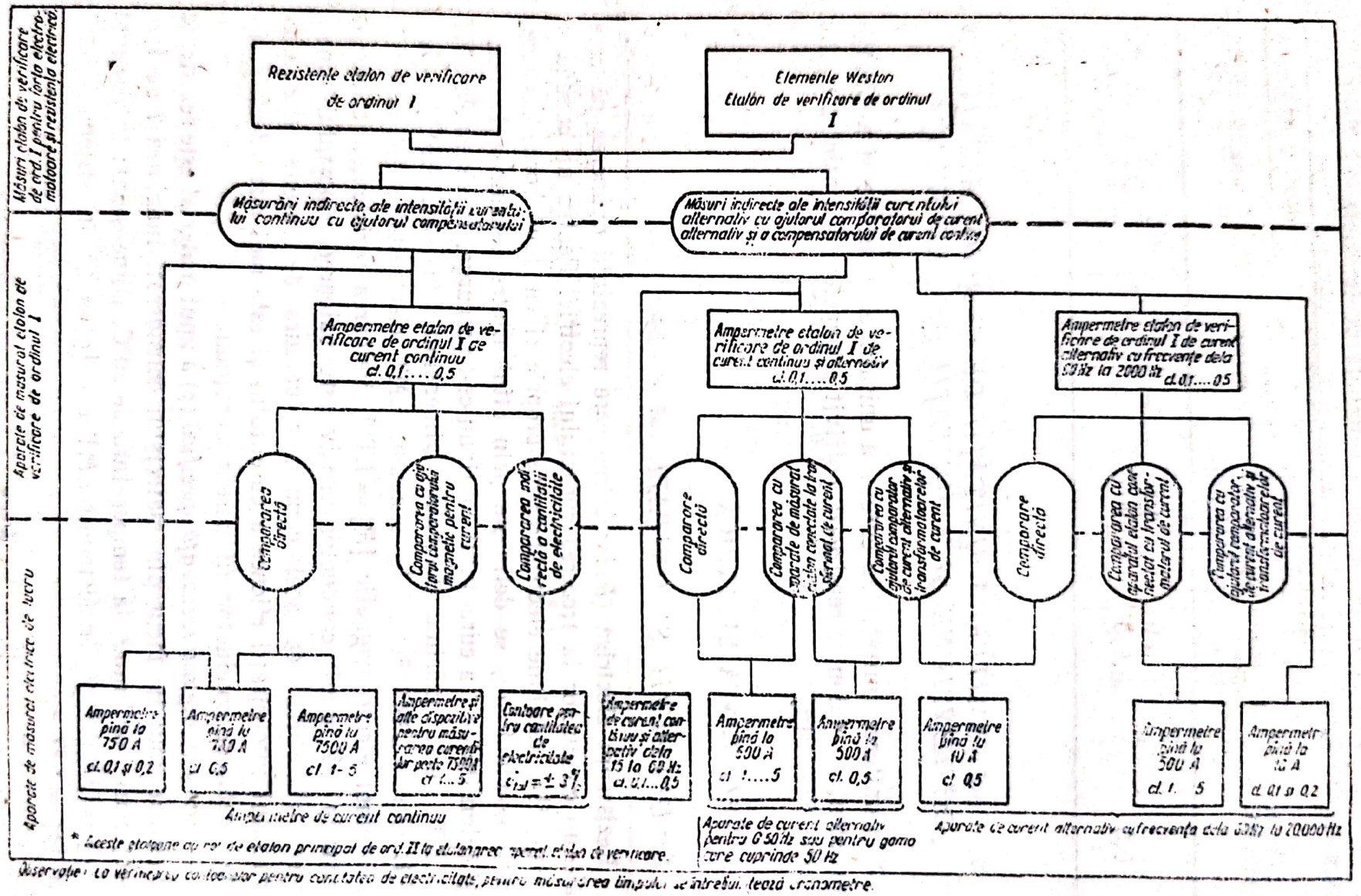


Fig. 210. Schema de principiu de transmitere a unității de intensitate.

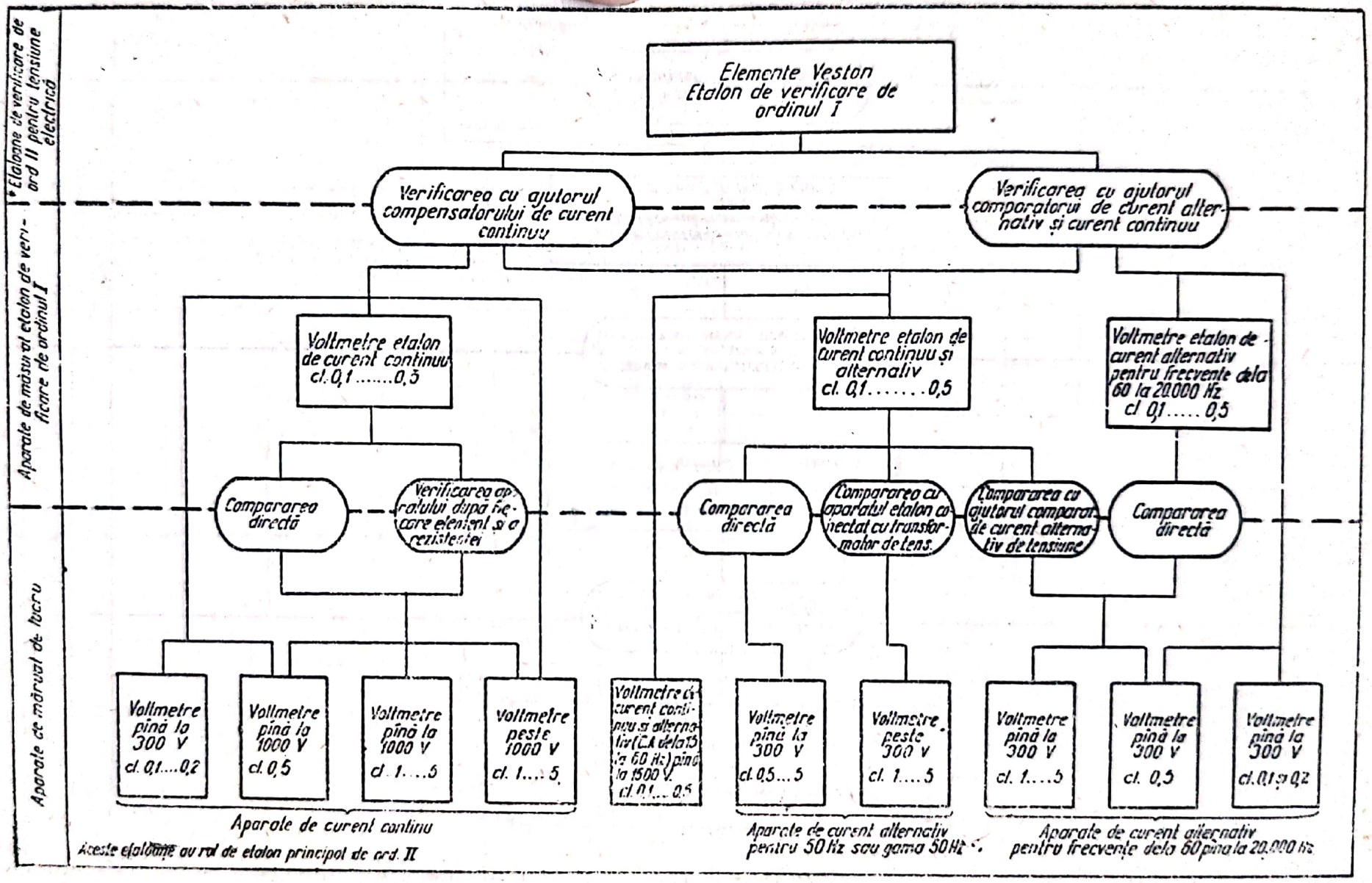


Fig. 211. Schema de principiu pentru transmiterea unității de tensiune.

Scanned with OKEN Scanner

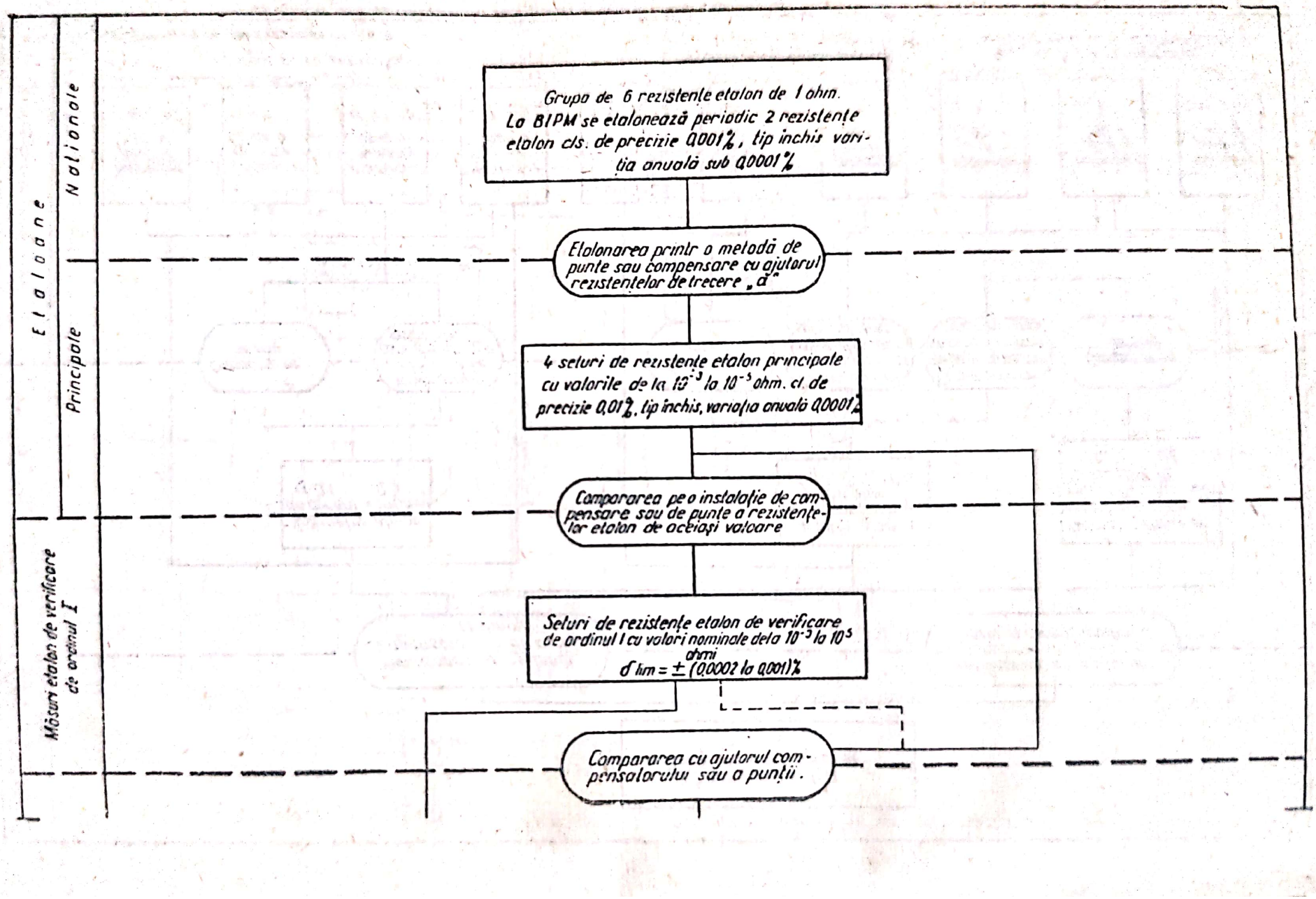
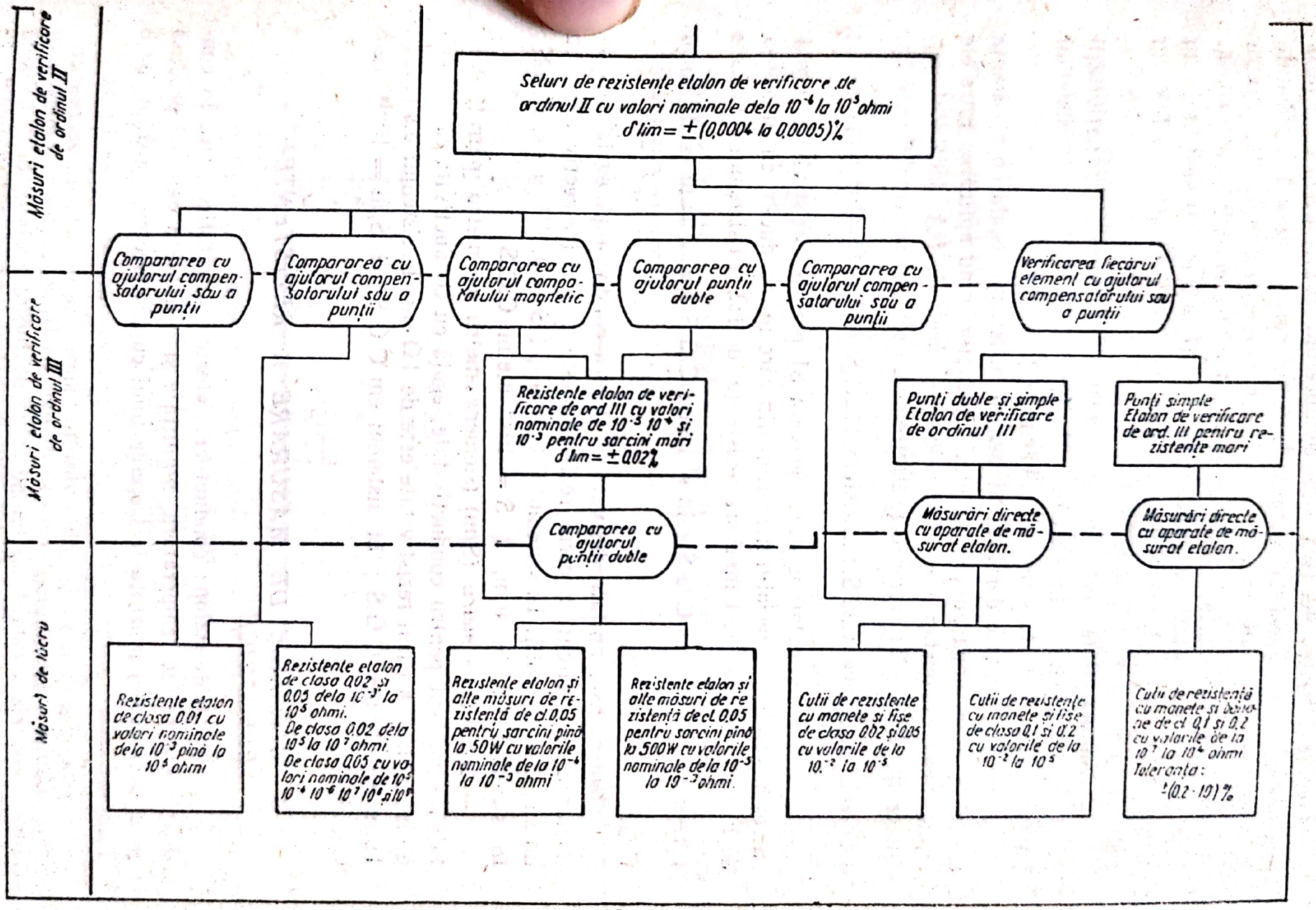


Fig. 212. Schema de principiu pentru transmi-

terea unității la rezistențele etalon.



Conductibilitate electrică sau conductanță (G): mărime inversă rezistenței, care reprezintă proprietatea unor corpuri de a fi străbătute de curent electric sub acțiunea unei tensiuni electrice aplicate. Pentru un conductor electric este egală cu raportul dintre curentul care îl străbate și tensiunea dintre extremitățile sale ($G = 1/R$). Dimensiuni: în sistemul SI, $[G] = L^{-2}M^{-1}T^{3}I^{2}$; în sistemul LMT es $[G] = LT^{-1}$; în sistemul LMT e.m $[G] = L^{-1}T^{-1}$.

— **Conductivitate** (γ): mărime egală cu inversul rezistivității ($\gamma = 1/\rho$). Dimensiuni: în sistemul SI, $[\gamma] = L^{-3}\ M^{-1}T^{3}I^{2}$; în sistemul LMTes, $[\gamma] = T^{-1}$; în sistemul LMTe.m, $[\gamma] = L^{-2}T$.

Ohm (Ω): unitate derivată SI pentru rezistență, egală cu rezistența electrică dintre două puncte ale unui conductor, cînd aplicarea între ele a unei tensiuni constante de 1 V produce un curent de 1 A, dacă acel conductor nu este sediul altor forțe electromotoare [1]). În sistemul C.G.S. e.s, $1\ \Omega = \frac{1}{9.10^{11}}$ ues C.G.S.; în sistemul C.G.S. e.m., $1\Omega = 10^{9}$ uem C.G.S.;

— *ohmometru* (Ωm) unitate derivată SI pentru rezistivitate, egală cu rezistivitatea materialului izotrop din care un conductor cu lungimea de 1 m și secțiunea de 1 mm² are rezistența de 1Ω. În sistemul C.G.S.e.s $1\ \Omega\ m = \frac{1}{9.10^{9}}$ ues C.G.S.; în sistemul C.G.S.em, $1\ \Omega.m = 10^{11}$ uem C.G.S.

Siemens (S): unitate derivată SI pentru conductanță egală cu conductanța unui circuit a cărui rezistență este de 1 Ω (respectiv egală cu un amper pe un volt). În sistemul C.G.S. e.s, $1\ S = 9.10^{11}$ u.e.s. C.G.S.; în sistemul C.G.S, e.m, $1\ S = 10^{-9}$ u.e.m. C.G.S.

— *Siemens pe metru* (S/m) (siemens · metru pe metru pătrat) unitate derivată SI pentru conductivitate, egală cu conductivitatea materialului izotrop a cărui rezistivitate este de $1\Omega \cdot m$. În sistemul e.s C.G.S. $1S/m = 9 \cdot 10^{9}$ ues C.G.S.; în sistemul em C.G.S., $1\ S/m = 10^{-11}$ uem C.G.S.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A REZISTENȚEI ELECTRICE*

— **Rezistențe-etalon**: conductoare electrice metalice care în condiții prescrise (de temperatură, umiditate și disipare a căldurii produsă prin efect Joule) prezintă la trecerea unui curent electric constant, de o

---

[1]) Se mai numește și „ohm absolut" spre a se deosebi de vechea unitate „ohmul internațional" care se definea ca fiind rezistența opusă unui curent electric constant, la temperatura de topire a gheții de o coloană de mercur cu o lungime de 106,300 cm, avînd aceeași secțiune pe toată lungimea și masa de 14,4521 g. 1 Ω internațional = 1,00050 Ω absolut.

Scanned with OKEN Scanner

anumită valoare, o rezistență electrică constantă care poate fi considerată ca măsură de rezistență în determinările electrice. Se realizează cu valori nominale de: 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3}; 10^{-2}; 10^{-1}; 1; 10; 10^2; 10^3; 10^4 și 10^5 Ω, pentru clasele de precizie 0,02 și 0,05 și cu valori nominale cuprinse între 10^{-3} și 10^4 Ω pentru clasa de precizie 0,01. Etaloanele pot fi[1]: închise (ermetic) în cutii umplute cu ulei de transformator sau gaz inert; deschise, în cutii perforate. Cele cu valori nominale cuprinse între 10^{-5} și 100 Ω trebuie să posede borne de conectare separate pentru curent și tensiune. Condiții de funcționare și metrologice: erorile de ajustare tolerate sînt egale cu procentele cu număr egal al clasei de precizie luate cu ± din valoarea nominală; variația anuală admisă valorii efective, în procente din valoarea nominală, este de ± 0,002 la cele de cl 0,01; de ± 0,006 la cele de clasa 0,02; de ± 0,02 la cele din cl 0,05; valorile limită ale coeficientului α exprimat în ohm/grad din formula de variație a rezistenței cu temperatura [2]) la cele clasa 0,01 și 0,02 să nu depășească 0,00002 din R_{nom} și 0,00004 din R_{nom} la cele de clasa 0,05; puterile nominale max. și curenții nominali max. pe care trebuie să îi suporte trebuie să corespundă celor din tabela 225; rezistența legăturilor

Tabela 225

Curentul și puterile nominale maxime pentru încercarea rezistențelor etalon

Valoarea nominală a rezistenței Ω	Curent maxim admis, A	Intervalul puterilor maxime, în W
10^{-5}	500	1 ...3
10^{-4}	100	
10^{-3}	20	
10^{-2}	5	
10^{-1}	1	
1	0,3	0,3...1
10	0,1	
10^2	0,03	
10^3	0,01	
10^4	0,003	
10^5	0,001	

[1]) Etalonul ohmului absolut este format dintr-un grup de patru bobine de rezistență, din manganină (84 ...86% Mn; 0,5 ...1,3% Ni; 0,5 ... 1,5% Fe) cu valoarea nominală 1 Ω. Înfășurarea este bifilară (antiinductivă) pe un cilindru de cupru închis într-o cutie cilindrică de alamă, cu capac de ebonită prin care trec borne groase de cupru în formă de coarne pentru conectare în circuitul exterior. Cutia este umplută cu ulei fără urme de apă. În timpul măsurărilor se ține în băi termostate.

[2]) $R_t = R_{20}\,[1 + \alpha\,(t - 20) + \beta\,(t - 20)^2]$ în care R_t este valoarea efectivă a rezistenței la o temperatură din intervalul în care se folosește, R_{20} rezistența la temperatura de 20°C, α și β coeficienții de temperatură.

Scanned with OKEN Scanner

cu bornele de potențial nu trebuie să depășească $2 \cdot 10^{-4}$ Ω la cele de clasa 0,01 și $5 \cdot 10^{-4}$ Ω la cele de clasa 0,02 și 0,05; valoarea efectivă să nu se modifice după supunerea timp de două ore la trepidații cu oscilațiile de 80 ...120 pe minut și o accelerație de 30 m/s². Compararea rezistențelor etalon de verificat se execută cu rezistențe-etalon principal de cl 0,01 pentru domeniul 10^{-3} ...10^{4} Ω având certificate în care valoarea efectivă este dată cu precizia de 0,001% și cu rezistențe etalon principal de cl. 0,02 pentru domeniul 10^{-5}... 10^{+5} Ω având certificate în care valoarea efectivă este dată cu o precizie de 0,005% cu metoda și utilaje indicate în tabela 226.

Tabela 226

Metode și utilaje pentru compararea rezistențelor-etalon

Valoarea nominală a rezistenței în Ω	Metoda	Instalația	Constanta C_i de curent și R_g rezistența internă a galvanometrului
10^{-5} ...10^{2}	cu punte	Punte dublă Thomson	$C_i \leqslant 10^{-8}$ A/mm/m $R_g \approx 20$ Ω
10^{2} ... 10^{5}		Punte simplă Wheatstone	$C_i \leqslant 10^{-9}$ A/mm/m $R_g \approx 500$ Ω
10^{-4} ...10	de compensare	Compensator cu rezistență mică de compensare	$C_i \leqslant 10^{-8}$ A/mm/m $R_g \approx 20$ Ω
10 ...10^{3}		Compensator cu rezistență mare de compensare	$C_i \leqslant 10^{-9}$ A/mm/m $R_g \approx 500$ Ω

În fig. 213 este reprezentată schema metodei de compensare pentru compararea rezistențelor etalon, în care R_x și R_E sînt rezistențele etalon care se compară; B_1 și B_2 sursele de alimentare; R_{v1} și R_{v2} rezistențe de reglaj a alimentării; G și I_G galvanometrul și întrerupătorul său; Inv_1 și Inv_2 — inversoare; C — comutator și A — ampermetrul circuitului de alimentare.

În timpul verificărilor, care se execută în laboratoare termostatate, temperatura trebuie menținută constantă, cu o abatere de cel mult $\pm$ 0,2°C, iar umiditatea relativă a aerului nu trebuie să depașească 80%. Cele cu clasa de precizie 0,02 și 0,05 se pot introduce într-un termostat cu aer. Pentru prelucrarea temperaturii, rezistențele etalon de verificat, ca și etaloanele cu care se compară, trebuie aduse în laboratorul termostatat cu cel puțin 24 ore înainte de începerea operațiilor de verificare.

Scanned with OKEN Scanner

La metoda de compensare, sursa de alimentare trebuie să aibă o capacitate nominală, exprimată în amperi-ore, de 300... 1 000 ori mai mare decît aceea corespunzătoare curentului pe care îl debitează.

În fig. 214 este reprezentată schema metodei cu punte Wheatstone pentru compararea rezistenţelor etalon cu valori nominale mai mari decît 10^2 Ω, cu aceleaşi notaţii ca la cealaltă schemă; în plus R_h este rezistenţă variabilă de reglaj şi V, voltmetrul circuitului de alimentare. În fig. 215 este reprezentată schema punţii duble Thomson pentru compararea rezistenţelor etalon cu valori nominale cuprinse între 10^{-5} şi 10 Ω, cu aceleaşi notaţii ca la celelalte.

Verificarea rezistenţelor-etalon se face în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 150-60 iniţial şi la doi ani, eliberîndu-se buletine de comparaţie în care se dă formula de temperatură a rezistenţei etalon, valoarea curentului la verificare şi variaţia anuală a valorii rezistenţei.

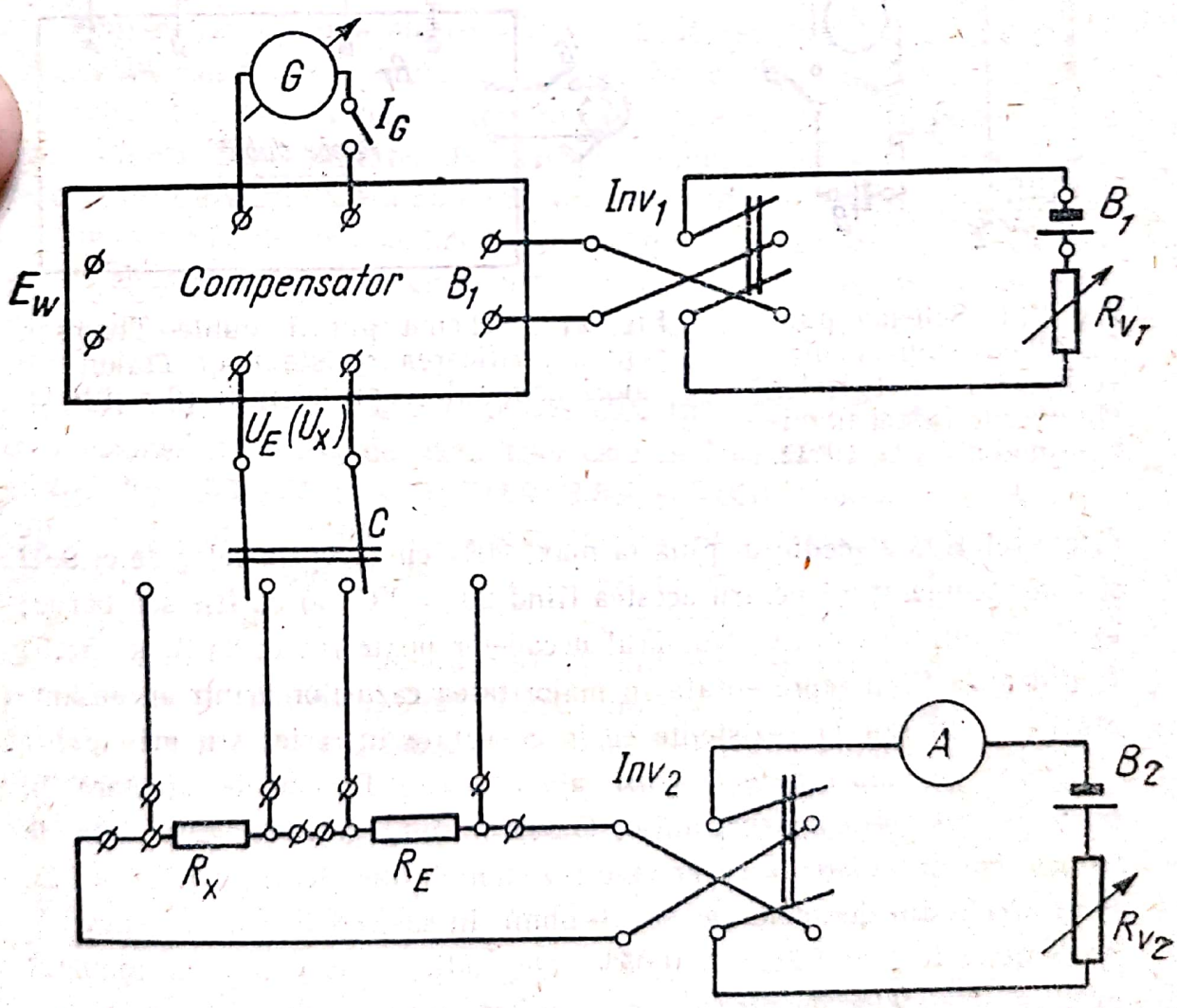


Fig. 213. Schema metodei de compensare pentru compararea rezistenţelor etalon.

Scanned with OKEN Scanner

Cutii de rezistenţe: măsuri de rezistenţe cu valori în trepte între anumite limite. Se realizează în clasele de precizie: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0.5. Sînt utilizate în circuitele de curent continuu, în special la verificarea altor măsuri şi aparate de măsurat, la temperatura de 10 ... 35°C şi umi-

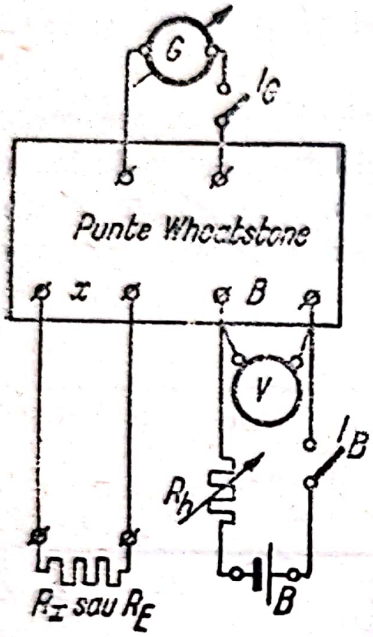


Fig. 214. Schema punţii Wheaststone pentru verificarea rezistenţelor etalon cu valori nominale mai mari de 10^2 Ω.

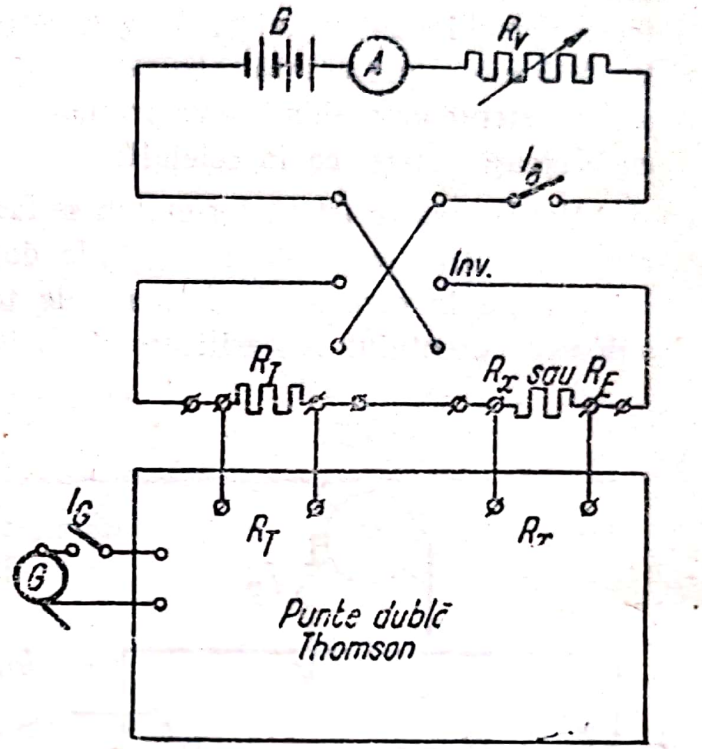


Fig. 215. Schema punţii duble Thomson pentru verificarea rezistenţelor etalon cu valori nominale cuprinse între 10^{-5} şi 10 Ω.

ditate relativă a mediului pînă la max. 80% cu excepţia celor de cl 0,02 şi 0,05, temperatura pentru acestea fiind 20 ± 2°C: a) cu fişe sau borne; b) cu comutator rotativ. Numărul decadelor poate fi: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7, o decadă fiind reprezentată în majoritatea cazurilor printr-un ansamblu de 9, 10 sau 11 rezistenţe egale conectate în serie, sau prin patru rezistenţe cu valori neegale conectate în serie. Erorile de ajustare, în procente, (conform instrucţiunilor O.S.M.), sînt egale cu cele date de firmele constructoare în ce privesc rezistenţele din decadele pînă la 1 Ω. Pentru cele din decadele de la 10 ohmi în sus, eroarea de ajustare de procente este ± 0,02%; ± 0,05% etc, adică ± procente cu numărul egal cu al claselor de precizie. Se verifică iniţial şi la doi ani în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 196-65, pentru cele etalon eliberîndu-se buletine de comparaţie în care se trec valorile efective

Scanned with OKEN Scanner

ale fiecărei rezistențe din decadă, inclusiv valoarea efectivă a rezistenței fiecărei decade.

Șunturi: rezistențe electrice care se montează în paralel cu un aparat electric de măsurat în vederea micșorării intensității curentului electric care trece prin acel aparat, permițînd astfel extinderea domeniului de măsurare al aparatului. Sînt caracterizate prin curentul nominal și căderea de tensiune nominală care are loc la trecerea curentului nominal ($R_n = U_n/I_n$). Se realizează în clasele 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1. Se verifică prin metoda compensației (cu compensatoare) sau comparației, cu punți duble Thomson, determinările valorilor trebuind să se facă cu cel puțin 5 cifre semnificative pentru cele de clasele 0,05; 0,2; 0,1; 1; și cel puțin cu patru cifre semnificative, pentru celelalte, curenții la care se verifică fiind 20; 60; și 100% din curentul nominal, verificarea făcîndu-se pentru ambele sensuri ale curentului. Se verifică inițial și periodic, odată cu aparatele la care sînt anexate, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 37-53.

Ohmmetre: aparate electrice de măsurat rezistența electrică particularizate constructiv pentru măsurarea fie a rezistențelor circuitelor, fie a izolației între diferite circuite sau mase metalice izolate electric între ele etc. După unitatea de rezistență, ohmul, sau multiplul acestuia în care este divizată scara gradată, sînt denumite ohmmetre, kiloohmmetre, megohmmetre, teraohmmetre etc. După felul sursei de alimentare pot fi cu pile uscate sau cu acumulatoare, cu indicator, cu alimentare din rețea de curent continuu sau din rețea de curent alternativ, tensiunea de alimentare, putînd fi în curent continuu de 1,5; 2; 4; 4,5; 6; 12; 24; 48; (60;) 110; 220 V și în c.a. de 36; 110; 127; 220; 380; 500 V. Pot fi cu tensiunea nominală de lucru (sub care se face măsurarea rezistenței) de 100; 250; 500; 750; 1 000; 2 000; 2 500 și 5 000 V sau oricare din tensiunile nominale de alimentare, cînd acestea nu se transformă și cu scară uniformă sau neuniformă (cu interval de măsurare finit, adică reperul inițial și cel final avînd valori finite sau infinit, adică reperul inițial sau cel final al scării avînd valoarea ∞), iar din punct de vedere al utilizării, pot fi portabile sau de tablou. După numărul bobinelor dispozitivului de măsurare pot fi cu o bobină sau două fără cuplu antagonist mecanic (denumite logometre). După principiul de funcționare pot fi magnetoelectrice, feromagnetice, electrodinamice, ferodinamice etc. Distingem:

— *ohmmetre magnetoelectrice* [1]) care pot fi: a) cu o singură bobină în care caz cuplul activ (de rotație) este practic proporțional

[1]) Ohmmetrele sistem magnetoelectric sînt cele mai răspîndite, realizarea lor făcîndu-se în diferite tipuri și variante, cu o bobină sau două, portabile sau fixe, cu alimentare de la baterie, sursă exterioară sau indicator etc.

cu valoarea curentului din bobina mobilă şi care pot fi pentru rezistenţă de măsurat în serie (schema din fig. 216), în derivaţie (schema din fig. 217) în serie sau paralel (schema din fig. 218), în care: Ω este ohmmetrul; r — rezistenţa ohmetrului; R—rezistenţa adiţională; B—sursa de alimentare;

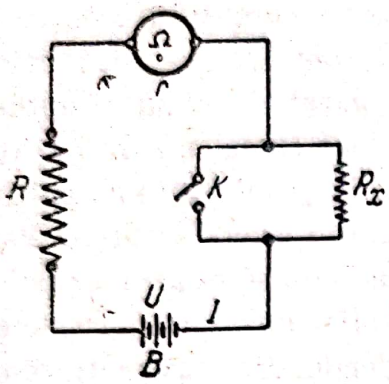


Fig. 216. Schema ohmmetrului cu rezistenţa de măsurat în serie.

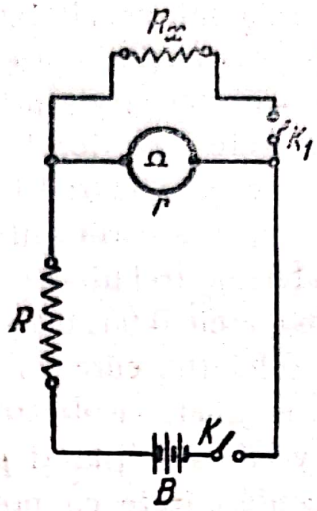


Fig. 217. Schema ohmmetrului cu rezistenţa de măsurat în derivaţie.

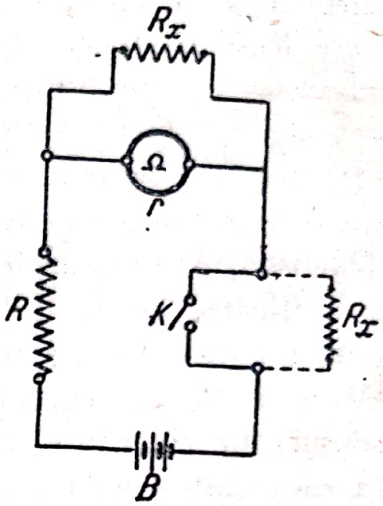


Fig. 218. Schema ohmmetrului cu rezistenţa de măsurat în serie sau paralel.

R_x—rezistenţa de măsurat; K, K_1 — întrerupătoare; b) cu două bobine, cu baterie (schema din fig. 219) sau cu inductor în care Ω este ohmmetrul logometric; r_1 şi r_2 — rezistenţele bobinelor ohmmetrului logometric; R — rezistenţa adiţională ; R_x rezistenţa de măsurat; B — baterie de

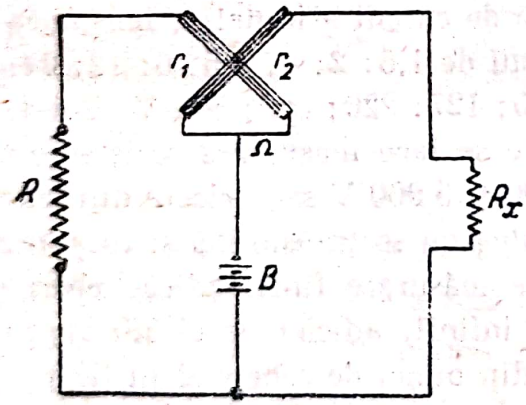


Fig. 219. Schema ohmmetrului logometric cu baterie.

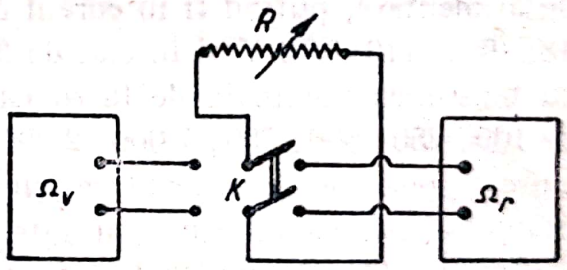


Fig. 220. Schema instalaţiei pentru verificarea indicaţiei ohmmetrelor prin metoda comparaţiei cu un ohmmetru etalon.

acumulator sau un inductor magnetoelectric. Se construiesc pentru clasele de precizie 0,5; 1; 1,5; 2,5; 5 şi 10. Condiţii metrologice: Variaţia indicaţiilor provocate de variaţia temperaturii ambiante cu ± 10°C faţă de temperatura ambiantă şi a tensiunii de alimentare cu ± 10%, nu trebuie să depăşească valoarea clasei de precizie a aparatului. Tensiunea la bornele ohmmetrului cu inductor nu trebuie să difere de tensiunea nominală cu mai mult de ± 10% cînd viteza de rotaţie a inductorului are valoarea nominală iar oscilaţiile acului indicator la măsurarea unei rezistenţe

şuntate cu o capacitate de cel mult 0,5 μF să nu depăşească ± 5% din lungimea intervalului de lucru, cînd manivela se învîrteşte cu 0,8 ...1,2 din viteza de rotaţie nominală. Verificările indicaţiilor se fac prin metoda comparării cu ohmmetru etalon, (conform schemei din fig. 220) metoda măsurării directe (schema din fig. 221) sau metoda compensării (schema din fig. 222) în care după caz Ω_v este

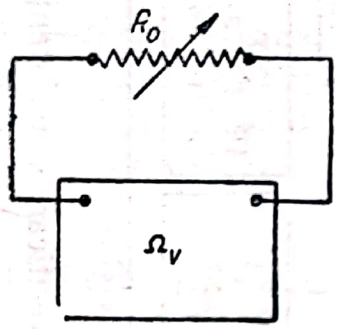


Fig. 221. Schema instalaţiei pentru verificarea indicaţiei ohmmetrelor prin metoda măsurării directe.

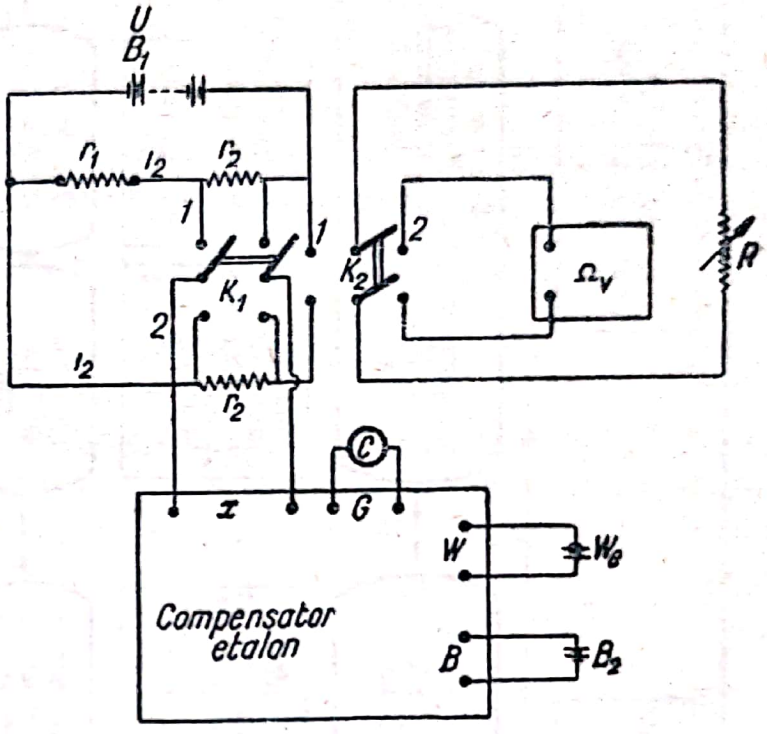


Fig. 222. Schema instalaţiei pentru verificarea indicaţiei ohmmetrelor prin metoda compensatorului.

ohmmetrul de verificat; R, rezistenţa reglabilă; r_1, r_2, r_3, — rezistenţe etaloane; K_1 K_2 — comutatoare; B_1, B_2 baterii de acumulatoare; W_e element normal Weston; G — galvanometru. Verificările se fac iniţial şi la trei ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 133-58, marca aplicîndu-se pe ceara din capsula de marcare;

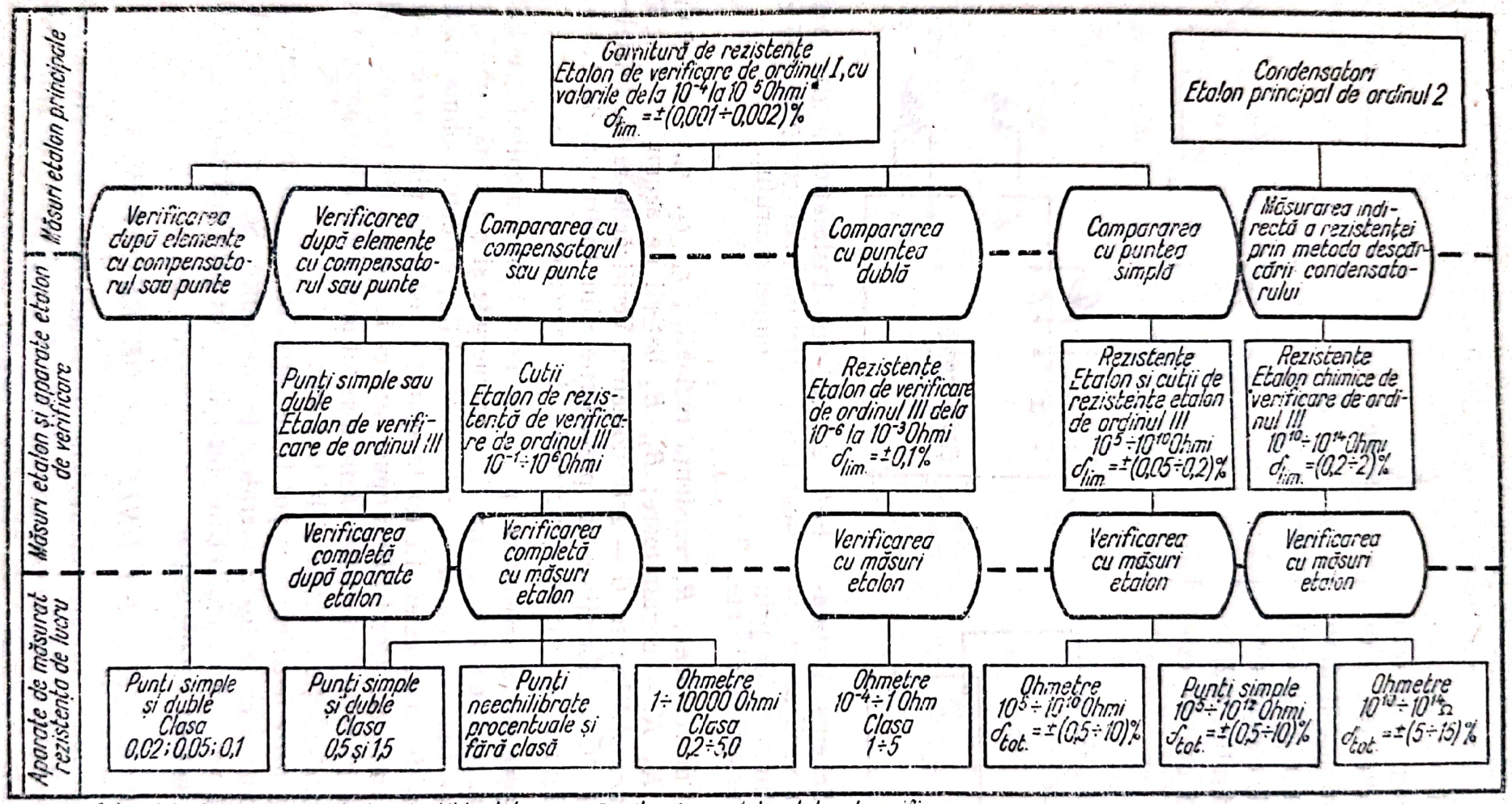
— *logometre electrodinamice*: pot fi: cu două bobine mobile încrucişate şi o bobină fixă; cu două bobine fixe încrucişate şi o bobină mobilă; cu două bobine fixe încrucişate şi o bobină mobilă; cu două bobine mobile aşezate una deasupra celeilalte (ca la aparatele astatice) planele lor făcînd un unghi între ele. Condiţiile impuse sînt ca la toate aparatele electrodinamice, verificările indicaţiilor făcîndu-se tot prin metoda comparaţiei sau metoda compensaţiei, iniţial şi la trei ani;

— *logometre ferodinamice*: pot fi cu întrefier neuniform sau uniform, cu funcţionarea ca la toate aparatele ferodinamice. Se verifică iniţial şi la trei ani, verificările indicaţiilor făcîndu-se tot prin metoda comparaţiei sau prin metoda compensaţiei.

C. *TRANSMITEREA UNITĂŢII DE REZISTENŢĂ*

Transmiterea unităţii de rezistenţă se realizează potrivit schemei principiale din fig. 223, în care sînt arătate atît mijloacele, cît şi metodele folosite.

Scanned with OKEN Scanner



* Au rol de etaloane principale de ordinul II la etalonarea măsurilor și aparatelor etalon de verificare

Fig. 223. Schema de principiu de verificare a rezistențelor

Scanned with OKEN Scanner

3. INDUCTANȚA ȘI CAPACITATEA ELECTRICĂ

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI*

Inductanță [1]) (inductivitate: $\mathfrak{L}$): mărime egală cu raportul dintre fluxul magnetic care străbate suprafața mărginită de un circuit electric filiform și intensitatea curentului electric care produce acest flux. $\left(\mathfrak{L} = \frac{\Phi}{I}\right)$. În sistemul S.I. și celelalte, este mărime derivată. Dimensiuni: În sistemul S.I.: $[\mathfrak{L}] = L^2MT^{-2}I^{-2}$. În sistemul LMT es, $[\mathfrak{L}] = L^{-1}T^2$. În sistemul LMT e m, $[\mathfrak{L}] = L$.

—*Henry* (H): unitate de inductanță egală cu inductanța unei spire în care ia naștere un flux magnetic propriu de un Weber cînd spira este parcursă de un curent de un amper. Se mai poate defini ca fiind inductanța unui circuit în care o variație continuă de un amper pe secundă a curentului produce o t.e.m. de inducție mutuală de un volt. Este unitate derivată (în S.I. și celelalte). În sist. CGSe.s $1\ H = \frac{1}{9{,}10^{11}}$ u.e.s. CGS.; în sistemul C.G.S.e.m. $1\ H = 10^9$ u.e.m. C.G.S.

— **Capacitate electrică** (**capacitantă** C): mărime egală cu raportul dintre sarcina electrică cu care se încarcă un corp și variația corespunzătoare a potențialului său electric[2]) ($C = Q/U$). În sistemul S.I. și celelalte este mărime derivată. Dimensiuni: În sistemul S.I. $[C] = L^{-2}M^{-1}T^4I^{-2}$; în sistemul L.M.T. e.s., $[C] = L$; în sistemul L.M.T.e.m., $[C] = L^{-1}T^2$.

— *Farad* (F) unitate de capacitate electrică egală cu capacitatea unui condensator electric care sub o tensiune de un volt între armăturile lui se încarcă cu o sarcină electrică de un coulomb. Este unitate derivată în sistemele S.I., și celelalte. În sistemul C.G.S. e.s., $1F = 10^{11}$ ues C.G.S.; în sistemul C.G.S. e.m., $1F = 10^{-9}$ u.e.m. C.G.S.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A INDUCTANȚEI ȘI CAPACITĂȚII*

— **Inductanțe-măsură**: bobine de inductanță construite cu precauții speciale pentru a avea o inductivitate de valoare cunoscută (care se înscrie pe bobină) și cu variații cît mai mici. Sînt fără miez de fier, deoarece tre-

---

[1]) Dacă fluxul magnetic este produs de curentul care străbate un alt circuit, mărimea definită se numește inductivitate mutuală dintre primul și al doilea circuit.

[2]) Se mai definește ca fiind „raportul dintre sarcina electrică purtată de una dintre armăturile unui condensator și diferența de potențial dintre cele două armături ale lui".

buie să aibă inductivitatea independentă de intensitatea curentului și au o rezistență ohmică redusă, cît se poate de constantă și independentă de frecvența curentului prin bobină în limitele determinate. Au formă de bobină plată cu înfășurarea din sîrmă liță, împletită dintr-un număr mare de fire subțiri de cupru izolate, executată pe o carcasă de porțelan sau de marmoră. Cele destinate folosirii ca etaloane de inductanță, denumite inductanțe-etalon, se execută cu înfășurarea într-un singur strat, cele destinate folosirii curente, se bobinează în mai multe straturi. Se construiesc pentru valori cuprinse între 0,000 1 H ... 10 H.

Cutii de capacități: serii de capacități cu valoare unică aranjate pe principiul decadial (din unitate în unitate, pînă la zece, din zece în zece pînă la o sută, din sută în sută pînă la 1 000 ș.a.m.d., pînă la limita superioară). Se realizează cu diferite limite superioare de măsurare. Se verifică prin metode de comparare, de compensație și cu punți. Verificările se fac inițial și la doi ani, în baza normelor interne. Nu sînt încă standardizate nici pe plan internațional și nici național.

Faradmetre: aparate electrice diferențiale de tip logometric folosite la măsurarea directă a capacității. Sînt alcătuite din două bobine cu mie-zurile mobile fixate pe același ax cu acul indicator și un condensator etalon montat în serie cu una din bobine. Pe cutia aparatului se găsesc bornele pentru introducerea în serie cu cealaltă bobină, a condensatorului a cărui capacitate se măsoară. Unghiul de derivație α al sistemului mobil este funcție de raportul curenților din bobine ($\alpha = f\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$; $I_1 = U \cdot C_x \cdot \omega$ și $I_2 = UC_0\,\omega$, de unde $\alpha = f(C_x)$, relații în care I_1 și I_2 sînt curenții care circulă prin bobina *1* și *2*; C_x și C_0 sînt condensatorul de măsurat și condensatorul etalon, ω — frecvența). Au scările gradate de obicei în microfarazi (μF) fapt pentru care se mai numesc și microfaradmetre. Se verifică inițial și la doi ani, ca și logometrele electrodinamice cu care se aseamănă.

C. *TRANSMITEREA UNITĂȚII DE INDUCTANȚĂ*

Transmiterea unității de inductanță se realizează practic prin schemele de transmiterea unității de flux magnetic și de intensitate a curentului, sau prin metode de comparație cu inductanțe etalon, pornind de la etalonul național al henryului absolut păstrat printr-un etalon-grupă compus din cinci bobine de inductanță cu valoare nominală diferită, fiecare bobină-etalon fiind cu un singur strat așezat pe un cilindru perfect șlefuit, făcut din sticlă de cuarț, eroarea de reproducere fiind 0,001%.

Unitatea de capacitate electrică se transmite conform schemei principiale din fig. 224.

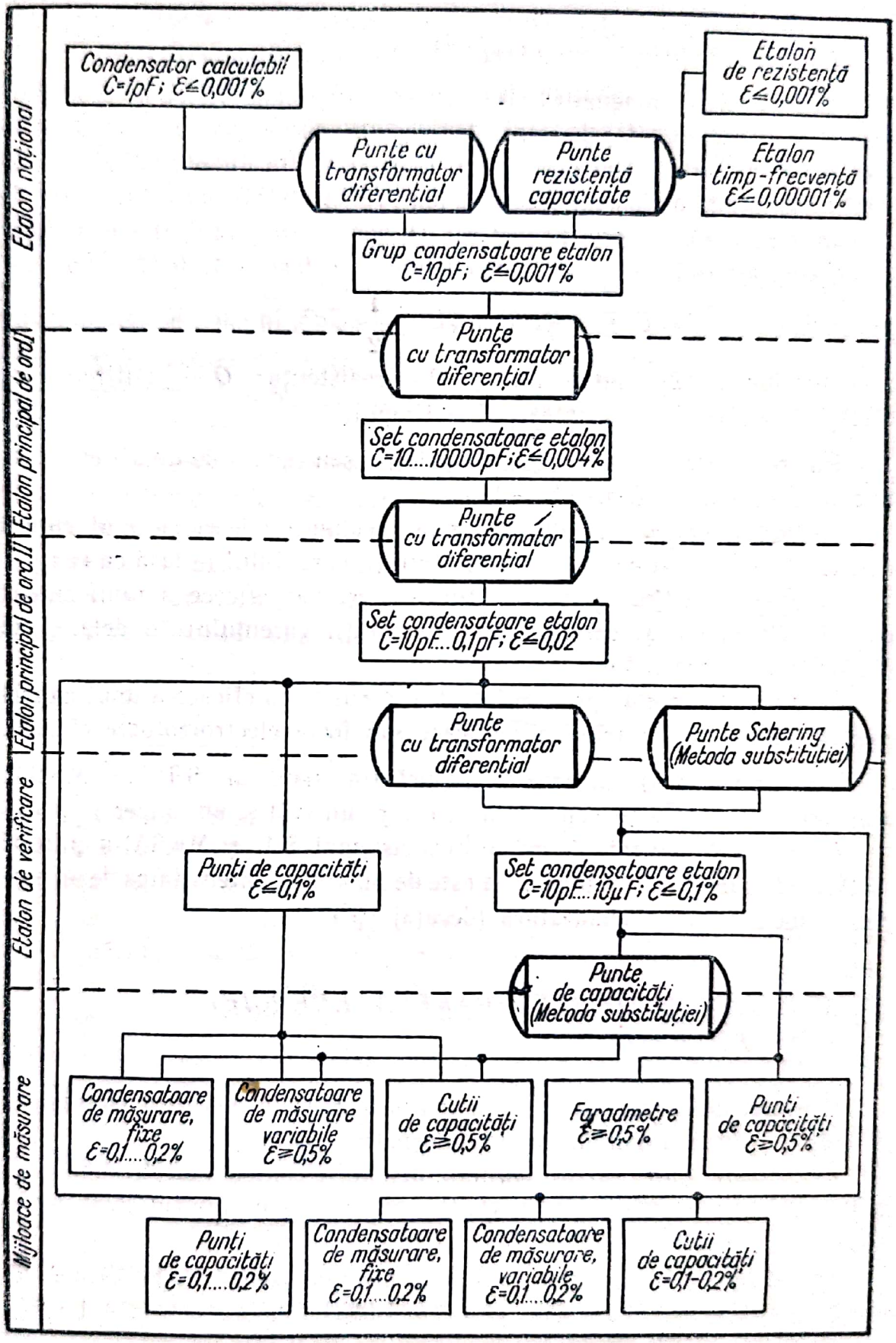


Fig. 224. Schema de principiu de transmitere a unității de capacitate electrică.

Scanned with OKEN Scanner

4. ENERGIA ŞI PUTEREA ELECTRICĂ

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI* [1])

Energie electromagnetică (W): energia sistemelor fizice a căror stare diferă la un moment dat de starea de referinţă, numai prin valorile de stare locală ale cîmpului electromagnetic. Este alcătuită din doi termeni, unul depinzînd numai de mărimi electrice (energie electrică), iar altul numai de mărimi magnetice (energie magnetică). Dimensiunile şi unităţile de măsură, comune cu ale tuturor formelor de energie, au fost arătate la cap. IV. pct.5. Relaţii: $W = EIT = RI^2T = QE = \frac{1}{2} CE^2$, în care W este energia; E — tensiunea; I — intensitatea; R — rezistenţa; Q — cantitatea de electricitate; C — capacitatea; T — timpul.

Putere electrică [2]) (P): energia primită sau cedată de un sistem electric în unitatea de timp ($P = U \cdot I$)

— *putere activă*: produsul dintre tensiunea eficace a unui curent electric alternativ şi componenta intensităţii curentului în fază cu ea;

— *putere reactivă*: produsul dintre tensiunea eficace a unui curent electric alternativ şi componenta intensităţii curentului în defazaj de 90° (în cuadratură) cu ea;

— *putere aparentă*: produsul dintre intensitatea eficace a unui curent electric alternativ şi tensiunea eficace sau forţa electromotoare eficace.

Volt-amper (VA); unitate de măsură (în sistemul S.I. şi MKSA) a puterii aparente, egală cu produsul dintre un volt şi un amper.

Var[3]) (*VAr*): unitate de măsură (în sistemul S.I. şi MKSA) a puterii reactive, în cazul în care tensiunea este de un volt şi intensitatea de un amper, ambele fiind în cuadratură (decalaj 90°).

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A ENERGIEI ŞI PUTERII*

Contoare electrice: aparate de măsurat energia electrică consumată în curent continuu sau în curent alternativ. Distingem:

— *contoare pentru curent continuu*, denumite contoare electrodinamice, contoare dinamometrice şi contoare tip motor (schema din fig. 225), au în

---

[1]) Definiţiile şi unităţile de măsură comune pentru toate formele de energie, au fost arătate la cap. IV, pct. 5 lucru mecanic, energie, putere.

[2]) Ca la [1]) (mai sus).

[3]) A fost propusă de acad. prof. C. Budeanu şi a fost acceptată pe plan internaţional.

componenţa lor bobina de tensiune *2* care reprezintă un mic motor de c.c. fără circuit magnetic de fier la care curentul este adus prin colectorul *3* pe care calcă două perii de argint *4*. Pe axul vertical *5* pe care este montată bobina mobilă se mai află un disc uşor de aluminiu *6* care se roteşte între polii unui magnet permanent *7* formînd cuplul de frînare. Axul angrenează mecanismul integrator *9* prin transmisia cu melc *8*. Un ecran *10* din oţel, împiedică pătrunderea fluxului magnetului permanent în cîmpul bobinelor. Bobina de curent este formată din două jumătăţi identice *1*, între care se află bobina (motoraşul) *2*. Bobina de curent este parcursă de curentul de utilizare *I*, întrucît se leagă în serie în circuit, iar bobina *2* (care are o rezistenţă adiţională R_a şi o altă bobină de compensaţie *11* se leagă în paralel în circuit şi deci este la tensiunea reţelei. Curenţii I_1 şi I_2 care trec prin bobine sînt deci:

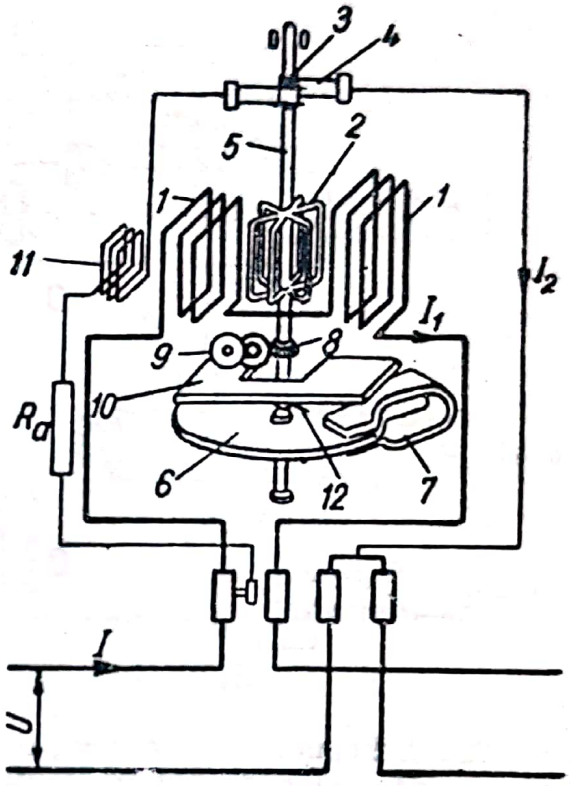


Fig. 225. Schema contorului electrodinamic.

$$I_1 = I \quad \text{şi}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_b + R_c + R_a} = \frac{U}{R}$$

unde I_2 este curentul care trece prin bobina mobilă *2*, R_b — rezistenţa bobinei mobile; R_c — rezistenţa bobinei de compensare; R_a — rezistenţa adiţională. R — rezistenţa totală a circuitului. Pe plăcuţa indicatoare a contorului se găseşte înscrisă constanta contorului [1]) C_n exprimată în rotaţii pe kilowattoră ($C_n = 1/C = N/W$) sub forma 1 kWh $= C_n$ rotaţii. Numărul rotaţiilor discului este integrat de un mecanism integrator cu role cu cifre de la 0 ... 9. Condiţii de funcţionare şi metrologice: deconectînd circuitul bobinelor de curent şi aplicînd succesiv tensiuni egale cu 80% şi 110% din tensiunea nominală, sistemul mobil să rămînă nemişcat sau să facă cel mult o rotaţie; sensibilitatea [2]) să corespundă la un curent de cel mult 0,5% din curentul

---

[1]) Constanta contorului C_n este inversul constantei reale a contorului, care se defineşte ca fiind egală cu energia măsurată în timpul unei rotaţii a discului, respectiv $C = W/N$.

[2]) Sensibilitatea contorului este încărcarea minimă exprimată în procente din valoarea nominală pentru care discul începe să se rotească.

Scanned with OKEN Scanner

nominal; eroarea relativă [1]) determinată la tensiune constantă pentru cel puțin cinci sarcini cuprinse între 10 și 100% din sarcina nominală, nu trebuie să depășească ± 2% și ± 2,5 % la sarcina de 5% din sarcina nominală. Eroarea se determină cronometrînd timpul în care discul contorului execută 20 rotații și se aplică relația $\Delta\% = \frac{t_1 - t}{t} \cdot 100$. Se verifică la indicații prin metoda Wattmetru-cronometru sau prin metoda comparației cu contor etalon. Schema de montaj pentru verificare prin metoda Wattmetru-cronometru cu o singură sursă de alimentare este reprezentată în fig. 226. Se verifică inițial și la trei ani, marca aplicîndu-se pe plombă (locaș de marcare);

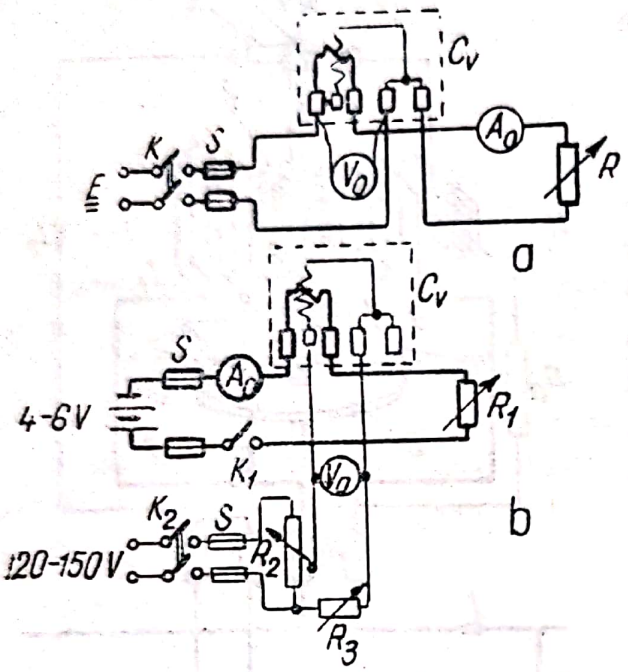


Fig. 226. Schema de montaj pentru verificarea contoarelor de curent continuu.

— *contoare de inducție monofazate*: contoare asemănătoare cu contoarele electrodinamice, de care se deosebesc prin faptul că nu au nici o înfășurare pe echipamentul mobil iar discul de aluminiu care reprezintă rotorul, folosește pentru frînare atît polii electromagnetului din circuitul în paralel între care se rotește, cît și un magnet permanent. Condițiile de funcționare și metrologice sînt la fel ca la cele electrodinamice. În fig. 227 este reprezentată schema de montaj pentru verificarea contoarelor monofazate prin metoda wattmetru-cronometru cu o sursă E de alimentare în care C_v este contorul de verificat; W_0 — wattmetru-etalon; V — voltmetru și A — ampermetru, de control; R — rezistența reglabilă; S — siguranțe; K — întrerupător. Erorile tolerate exprimate în procente la factorul de putere 1 pentru valori între 10 ... 100% din valoarea curentului de bază, ± 2, iar pentru 5%, ± 2,5; la factori de putere 0,5, pentru 20 ... 100%

---

[1]) Eroarea relativă procentuală este dată de relația: $\Delta_a\% = \frac{W_m - W_c}{W_c} 100$ unde W_m este valoarea energiei înregistrată de contor și W_c a energiei consumate sau de relația $\Delta_a\% = \frac{t_1 - t}{t} 100$ unde t = timpul teoretic în care ar trebui să execute n rotații dacă ar înregistra corect, t_1 — timpul în care execută n ture.

din valoarea curentului de bază, ± 2. Se verifică inițial și la cinci ani în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 21-52;

— *contoare de inducție trifazate*: aparate integratoare folosite la măsurarea energiei consumate în circuitele electrice trifazate de frecvență indus-

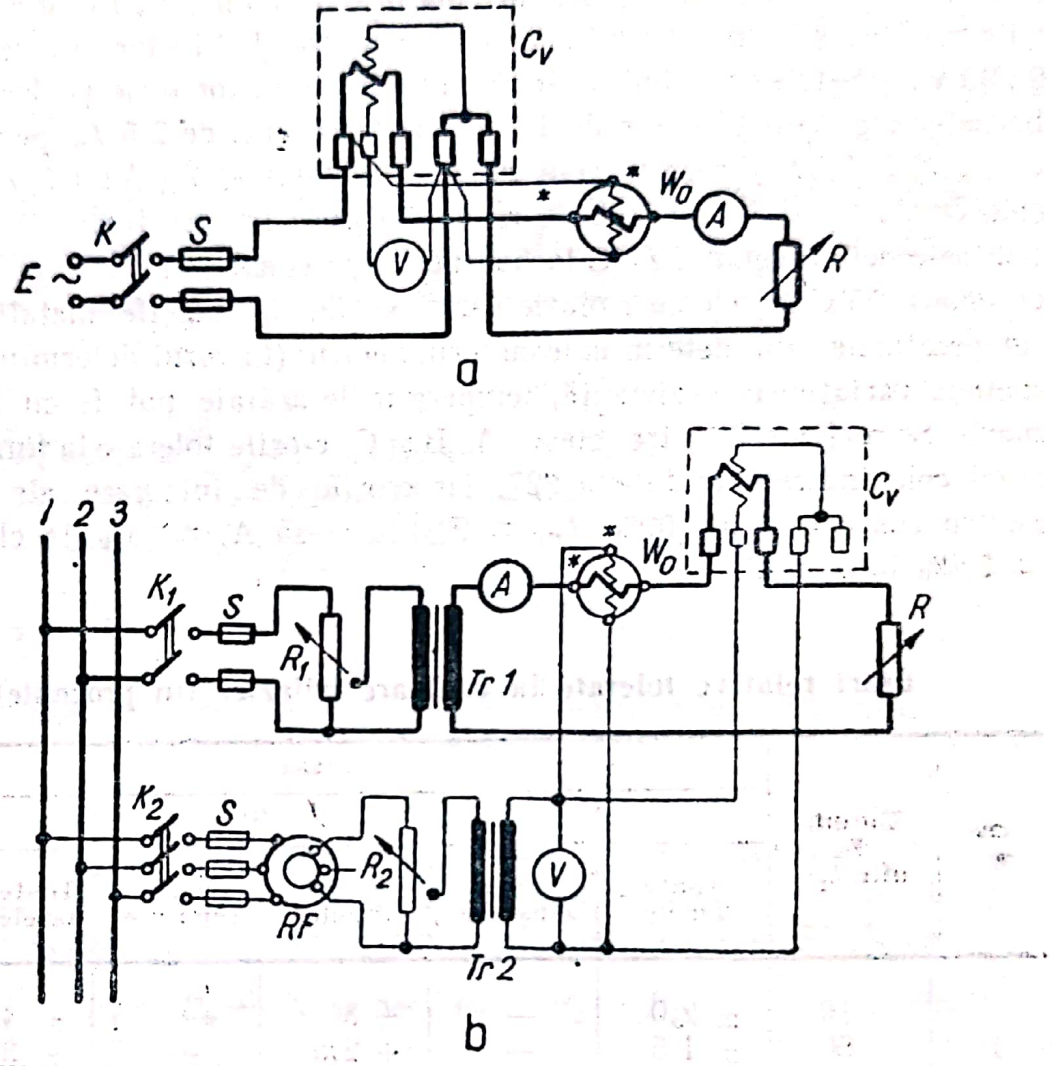


Fig. 227. Scheme de montaj pentru verificarea contoarelor monofazate:

a — cu o singură sursă de alimentare; *b* — cu surse de alimentare separate.

trială, a căror funcționare se bazează pe antrenarea mecanismului de integrare de către rotirea organului mobil provocată de acțiunea cîmpurilor magnetice alternative produse de curenții din bobinele serie (de curent) și derivație (de tensiune). Se realizează pentru 220 sau 380 V cu conectare directă sau prin transformatoare de tensiune având 100, 100/$\sqrt{3}$, 110 sau 110/$\sqrt{3}$ V la bornele secundarului, sau peste 380 V, adică pentru 500; 1 000; 3 000/$\sqrt{3}$; 3 000; 6 000/$\sqrt{3}$; 6 000; 10 000; 15 000; 35 000/$\sqrt{3}$; 35 000; 60 000/$\sqrt{3}$; 60 000; 110 000/$\sqrt{3}$; 110 000 V, numai cu transformatoare de tensiune având la bornele secundarului tensiunile de 100; 100/$\sqrt{3}$; 110 sau 110/$\sqrt{3}$ V. Curentul nominal poate fi: 1; 3; 5; 7,5; 10; 15; 20;

30; 40; 50 A pentru contoare cu conectare directă sau prin transformatoare de curent cu 5 A în secundar, iar peste 50 A, numai cu conectare prin transformatoare. Se realizează cu două sisteme motoare (respectiv cu 3 conductoare fără nul) şi cu trei sisteme motoare (respectiv cu patru conductoare, trei faze şi nul), pentru conectare directă sau pentru conectare prin transformatoare de măsurat. Condiţii de funcţionare şi metrologice: izolaţia bobinelor să reziste la 2 000 V; creşterea maximă a temperaturii bobinelor serie şi derivaţie, a bornelor etc. la o tensiune de 1,2 U_n şi la curenţi de 2,5 I_n pentru cele cu $I_n \leqslant 5$ A; $2I_n$ pentru cele cu $I_n > 5$A dar < 20 A; 1,5 I_n pentru cele cu $I_n \geqslant 20$ A, nu trebuie să depăşească temperaturile de 45°C la bobinele neimpregnate, 55°C la bobinele impregnate, 60°C la cele izolate cu email, 75°C la cele cu izolaţie viniflex, iar la părţile metalice 80°C, temperaturile fiind determinate cu termometrul (în cazul determinării prin metoda variaţiei de rezistenţă, temperaturile arătate pot fi cu 5°C mai mari). Se realizează în trei clase: A, B şi C, erorile tolerate la funcţionare fiind cele indicate în tabela 227, iar erorile de integrare ale rolelor, pentru cos $\varphi = 1$ şi 100% I_n, $\pm$ 2% la clasa A, $\pm$ 3% la clasa B şi $\pm$ 3,5% la clasa C.

Tabela 227

Erori relative tolerate la contoare trifazice (în procente)

cos φ	Curent % din I_n	Clasa					
		A		B		C	
		Toate fazele	Faze separate	Toate fazele	Faze separate	Toate fazele	Faze separate
1	10	± 2,0	—	± 3	—	± 4	—
	50	± 1,5	—	± 2,5	—	± 3	—
	100	± 1,5	± 2,5	± 2,5	± 3,5	± 3	± 4
0,5	20	± 2,5	—	± 3	—	± 4	—
	50	± 1,5	—	± 2,5	—	± 3	—
	100	± 1,5	± 2,5	± 2,5	± 3,5	± 3	± 4

Pentru cazul cînd sînt destinate a funcţiona cu transformatoare de măsurat, erorile arătate sînt mai mici fiecare cu $\pm$0,5%, contoarele clasa A trebuind însă să funcţioneze cu transformatoare clasa 0,2, iar cele B şi C, cu transformatoare cl 0,5. Verificarea funcţionării se face prin metoda wattmetru-cronometru, energia integrată de contor comparîndu-se cu energia calculată după indicaţiile wattmetrului-etalon, timpul de utilizare fiind dat de un cronometru-etalon. Schema de montaj pentru verificarea contoarelor trifazate cu două elemente active este reprezentată în fig. 228, în care C_v este contorul de verificat; 0,123 — nulul şi fazele; K_1, K_2 —

Scanned with OKEN Scanner

— întrerupătoare, S — siguranțe; R_1R_2 — rezistențe; A — ampermetre; V — voltmetre; W_{01}, W_{02} — wattmetre etalon; T_{r1}, T_{r2} — transformatoare de măsurat; RF — regulator de fază. Contoarele trifazate cu fir neutru se pot verifica și prin metoda celor trei wattmetre în care caz voltmetrele

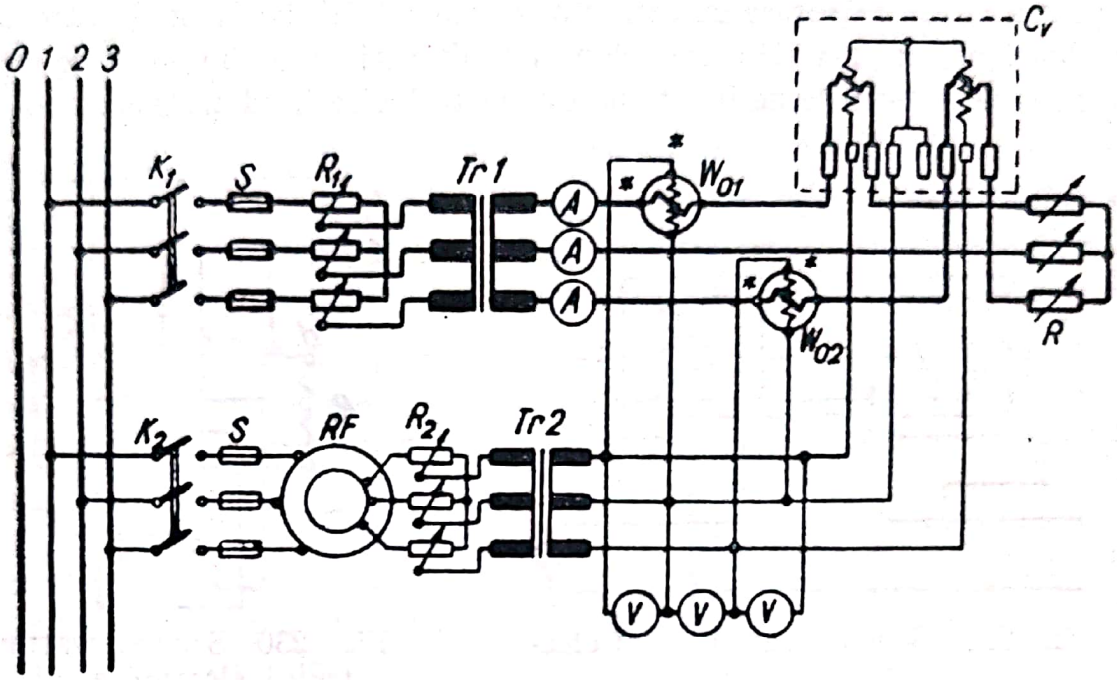


Fig. 228. Schema de montaj pentru verificarea contorului trifazat cu două elemente active.

stației de verificare și circuitele de tensiune ale wattmetrelor etalon se leagă între fază și firul neutru, la echilibrare (cînd tensiunile. curenții și unghiurile de decalaj sînt egale) puterea $P = 3U_0I_0 \cos \varphi_0$, respectiv $P = P_1 + P_2 + P_3$ și deci $P_1 = P_2 = P_3 = \frac{P}{3}$. Cele fără fir neutru se pot verifica și prin metoda celor două wattmetre. Verificarea preciziei mecanismului integrator se face ca la contoarele pentru curent continuu. Verificarea funcționării „simultan pe toate fazele și pe faze separate" se face pentru următoarele regimuri: U_{n0}; I_n și $\cos \varphi = 1$; U_{n0}; I_n și $\cos \varphi = 0{,}5$; iar „simultan pe toate fazele fără faze separate", pentru: U_{n0}; $0{,}5\ I_n$ și $\cos \varphi = 1$; U_{n0}; $0{,}5\ I_n$ și $\cos \varphi = 0{,}5$; U_{n0}; $0{,}2\ I_n$ și $\cos \varphi = 0{,}5$; U_{n0}; $0{,}1\ I_n$ și $\cos \varphi = 1$. Verificările se fac inițial și la trei ani, în conformitate cu prevederile Instrucțiunilor 80-57 marca aplicîndu-se pe plombă (locașul de marcare);

— *varmetre electrodinamice*: aparate electrice bazate pe sistemul electrodinamic folosite la măsurarea directă a puterii reactive. Nu se deosebesc de wattmetrele obișnuite de putere activă decît prin faptul că au bobina de tensiune montată în serie cu o inductanță mare, care face ca în bobina de tensiune curentul să fie decalat la 90° în urmă față de tensiunea

Scanned with OKEN Scanner

de alimentare şi deci deviaţia aparatului este proporţională cu puterea reactivă (în loc de inductanţă poate avea montată în serie cu bobina de tensiune un condensator care să producă aceeaşi decalare). De obicei se construiesc cu două bobine de tensiune cuplate pe acelaşi ax, una în serie cu o inductanţă şi alta în serie cu un condensator (fig. 229). Se montează în circuitul de măsurare cu respectarea polarităţii bornelor de curent şi de tensiune, ca la wattmetre. Montajele de verificare sînt identice ca la wattmetre, condiţiile de funcţionare şi metrologice fiind aceleaşi.

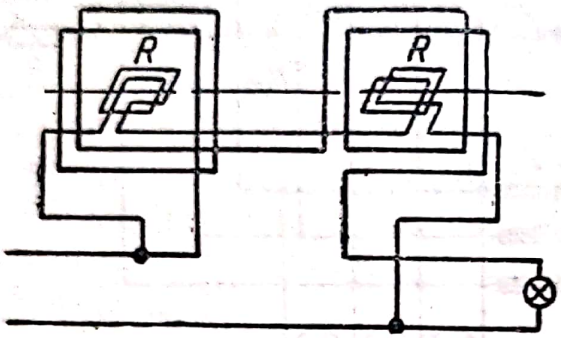


Fig. 229. Schema varmetrului electrodinamic

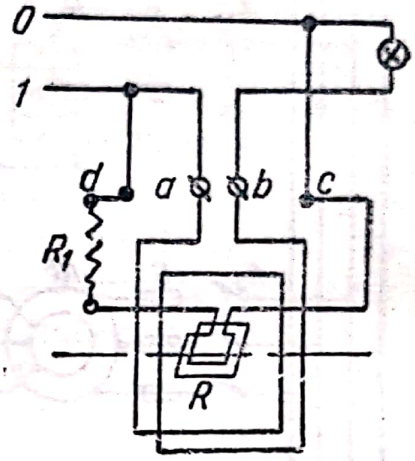


Fig. 230. Schema wattmetrului electrodinamic.

Wattmetre: aparate electrice folosite la măsurarea puterii în curent continuu şi a puterii active şi reactive în curent alternativ sinusoidal, monofazat şi trifazat. Distingem:

— *wattmetre electrodinamice*: aparate electrice de măsurat puterea bazate pe sistemul electrodinamic putînd fi cu unul, două sau trei dispozitive de măsurare, portative sau de tablou, cu poziţie normală de funcţionare verticală, înclinată sau orizontală, cu cadran plan sau cilindric, neecranate, ecranate, astatice, cu circuit magnetic închis (în care caz sînt similare celor feromagnetice), pentru laborator şi tehnice. Cele tehnice pot fi de clasele de precizie 0,5; 1; 1,5; 2,5, iar factorii de putere nominali pot fi 0,5 şi 1,0, consumul propriu al circuitului serie fiind de cel mult 5 VA măsurat la curentul nominal şi a celui în paralel de cel mult 40 mA măsurat la tensiunea nominală. Extinderea domeniilor de măsurare, în ce priveşte curentul, se poate realiza prin transformatoare de curent sau prin secţionarea bobinei fixe şi comutarea potrivită a secţiunilor, iar în ce priveşte tensiunea, prin transformatoare de tensiune sau prin rezistenţe adiţionale, transformatoarele de măsurat trebuind însă să corespundă claselor 0,2 (pentru wattmetrele clasa 0,5); 0,5 (pentru wattmetrele clasa I); 0,5 (pentru wattmetrele cl. 1,5); 1 (pentru wattmetrele clasa 2,5). Schema de principiu a construcţiei şi a legăturilor la reţea a wattmetrului electrodinamic de tip fără fier, este reprezentată în fig. 230, în care $a - b$ este

Scanned with OKEN Scanner

bobina fixă, care se leagă în serie cu circuitul în care se execută măsurarea puterii; $c - d$ este bobina mobilă (cu rezistenţa R) legată în serie cu o rezistenţă R_1 (sau mai multe). La aceste tipuri etalonarea în curent continuu este acceptabilă şi în curent alternativ, din cauza inductanţei slabe a bobinelor. Condiţii de funcţionare şi metrologice: tensiunile nominale pentru funcţionare în curent continuu sînt 110 V, 220 V, 440 V şi 550 V, iar în curent alternativ 100 V (120 V), 220 V, 380 V, 600 V; trebuie să posede corector de zero, care să asigure deplasarea acului de ambele părţi ale reperului zero cu cel puţin 3% din lungimea scării gradate; limitatorii cursei acului indicator să fie astfel plasaţi în cît acul indicator să nu depăşească 3% din lungimea scării; amortizoarele pot fi cu aer sau cu inducţie; timpul de amortizare a oscilaţiilor acului indicator, maxim 4 s. Erorile raportate tolerate, reprezintă ± procente în număr egal cu clasa de precizie a wattmetrului. Variaţia indicaţiei datorită devierii acului indicator din poziţia de zero cînd se lucrează cu un factor de putere nul şi cu valori ale curentului, tensiunii şi frecvenţei, sub cele nominale, precum şi cu o tensiune cu ± 10% faţă de cea nominală, nu trebuie să depăşească valorile erorilor tolerate. Încercarea la variaţii de tensiune se face la un curent egal cu 75% din valoarea nominală şi la un factor de putere egal cu unitatea. În fig. 231 este reprezentată schema de montaj pentru determinarea erorii la funcţionarea în condiţii normale prin metoda comparaţiei, în care W_v este wattmetrul de verificat; W_m — wattmetre etalon; A_m şi V_m, ampermetre, respectiv, voltmetre etalon. Pentru fiecare determinare separată se calculează Δ_{rf} raportată la valoarea P_n a puterii wattmetrului, prin relaţia:

$$\Delta_{rf}\% = \frac{\Delta a}{P_n} \cdot 100,$$

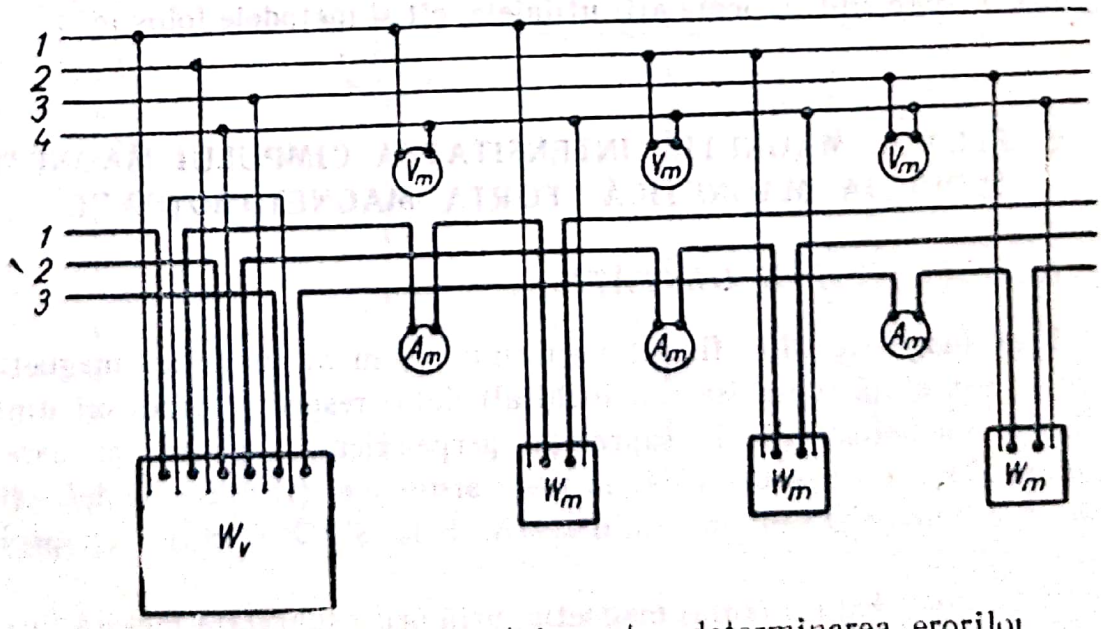


Fig. 231. Schema de montaj pentru determinarea erorilor wattmetrelor electrodinamice.

Scanned with OKEN Scanner

în care Δa este eroarea absolută a determinării respective. Determinarea consumului propriu al wattmetrului în circuitul de curent se face măsurînd căderea de tensiune la bornele circuitului cînd acesta este alimentat la curentul nominal al wattmetrului, admiţîndu-se un consum de max. 40 mA. Verificarea căderii de tensiune se face prin metoda voltmetru-ampermetru. Variaţia erorilor raportate Δ_t datorită variaţiei de temperatură cu $\pm$ 10°C se determină cu relaţia:

$$\Delta_t\,\% = \frac{\Delta t - \Delta' t_0}{P} \cdot 100,$$

în care P este puterea corespunzătoare unei deviaţii alese iar Δt şi Δt_0 sînt erorile wattmetrului pentru deviaţia aleasă la temperatura t şi temperatura t_0 a camerei. Variaţia erorilor raportate ΔH datorită cîmpurilor magnetice exterioare se calculează cu relaţia:

$$\Delta H\,\% = \frac{\alpha H - \alpha_0}{\alpha_0} \cdot 100,$$

în care α_0 este indicaţia wattmetrului care se controlează cu cîmp perturbator iar αH este cea mai mare variaţie faţă de această indicaţie, însă fără cîmp perturbator. Verificările se fac iniţial şi anual pentru cele clasa 0,5 şi 0,2 şi iniţial şi la doi ani, pentru cele clasa 1; 1,5 şi 2,5, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 93-56, pentru cele tehnice marca aplicîndu-se pe ceara din locaşul de marcare, pentru cele de laborator eliberîndu-se şi buletine de comparaţie.

C. *TRANSMITEREA UNITĂŢII DE ENERGIE ŞI PUTERE ELECTRICĂ*

Transmiterea unităţii se realizează potrivit schemei de principiu din fig. 232, în care sînt indicate atît utilajele, cît şi metodele folosite.

5. FLUXUL MAGNETIC. INTENSITATEA CÎMPULUI MAGNETIC. INDUCŢIA MAGNETICĂ. FORŢA MAGNETOMOTOARE

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Flux magnetic (Φ): fluxul vectorului cîmp al inducţiei magnetice printr-o suprafaţă (deschisă sau închisă[1]) dată, respectiv produsul dintre inducţia magnetică şi aria suprafeţei perpendiculare pe ea, pe care o străbate. Este mărime derivată, în toate sistemele. (Ecuaţia de definiţie: $E = -\,d\Phi/dt$). Dimensiuni: în S.I. şi M.K.S.A. (respectiv

[1]) Conform legii fluxului magnetic, prin orice suprafaţă închisă fluxul magnetic este totdeauna nul.

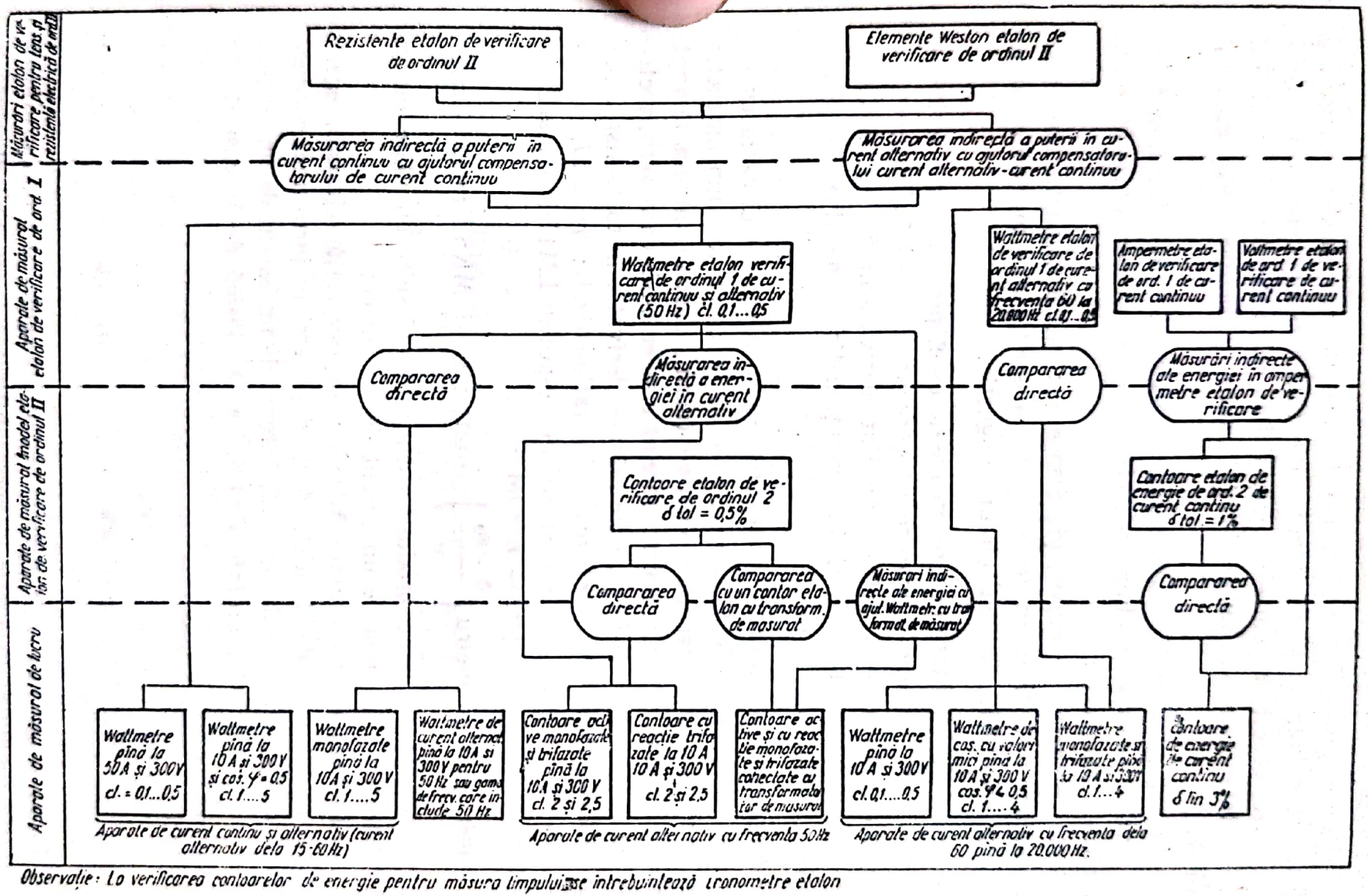


Fig. 232. Schema de principiu de transmitere a unității de energie electrică.

Scanned with OKEN Scanner

L.M.T.I.), $[\Phi] = L^2MT^{-2}I^{-1}$; în sistemul C.G.S.e.m. (respectiv LMT e m), $[\Phi] = L^{3/2}M^{1/2}T^{-1}$;

— *flux magnetic fascicular*: fluxul magnetic care străbate suprafaţa sprijinită pe o singură spiră a unei bobine. (Dacă spirele bobinei sînt apropiate şi deci practic parcurse de acelaşi flux magnetic fascicular, fluxul magnetic total este egal cu produsul fluxului fascicular prin numărul de spire);

— *flux magnetic util*: fluxul magnetic fascicular corespunzător totalităţii liniilor unitare de cîmp magnetic care străbat porţiunile utile ale unui circuit magnetic;

— *flux magnetic de scăpări* (de dispersie): fluxul magnetic fascicular corespunzător totalităţii liniilor cîmpului magnetic care nu străbat integral porţiunile utile ale unui circuit magnetic.

Weber (Wb): unitate de flux magnetic care, prin anularea liniară a lui în timp de o secundă, produce în spira unică care-l îmbrăţişează, o forţă electromotoare de un volt (este unitate derivată în S.I. şi MKSA);

— *maxwel* (Mx) unitate C.G.S. neraţionalizată de flux magnetic. Relaţii: 1 Wb = 10^8 Mx.

Intensitatea cîmpului magnetic (H): mărime vectorială egală cu limita raportului dintre forţa care se exercită de către un cîmp magnetic asupra unei sarcini magnetice pozitive (nord), aşezate într-un anumit punct al cîmpului, şi dintre această sarcină cînd ea tinde către zero, vectorul avînd acelaşi sens cu forţa. Este mărime derivată, în toate sistemele. Ecuaţii de definiţie: $H = 2I/r$ (clasic, neraţionalizat); $H = 2I/r\ r$ (raţionalizat). Dimensiuni: în S.I. şi MKSA (respectiv LMTI), $[H] = L^{-1}I$. În sistemul C.G.S. e.m. $[H] = L^{-1/2}M^{1/2}T^{-1}$.

Amper-spiră pe metru $\left(\frac{A \cdot sp.}{m}\right)$ unitate S.I. şi MKSA raţionalizată, egală cu cîmpul magnetic produs în centrul unei spire circulare de un metru diametru, parcursă de un curent de un amper;

— *milioersted* (mOe) unitate MKSA neraţionalizată (clasică), egală cu cîmpul magnetic produs la distanţa de doi metri în jurul unui conductor liniar de lungime practic infinită, parcurs de un curent de un amper;

— *oersted* (Oe) unitate C.G.S. e m clasică de intensitate a cîmpului magnetic.

Relaţii:

$$1\ \frac{A \cdot sp}{m} = 4\ \pi\ mOe;\ 1\ mOe = 10^{-3}\ Oe.$$

Inducţie magnetică (B): mărime vectorială egală cu produsul dintre intensitatea cîmpului magnetic şi permeabilitatea magnetică absolută a substanţei din cîmp. Este mărime derivată, în toate sistemele. Ecuaţia de

Scanned with OKEN Scanner

definiție: $B = \Phi/A$. Dimensiuni: în S.I. și MKSA (respectiv LMTI) $[B] = MT^{-2}I^{-1}$; în C.G.S. e m (respectiv LMT e m) $[B] = L^{-1/2}M^{1/2}T^{-1}$.

Tesla (T) unitate derivată S.I. și M.K.S.A. de inducție magnetică, egală cu inducția magnetică, care produce un flux uniform de un weber printr-o suprafață cu aria de un metru patrat, normală pe cîmp $[T] = \frac{Wb}{m^2}$;

— *gauss* (Gs); unitate C.G.S. e m neraționalizată (clasică) de inducție magnetică.

Relații:

$$1T = 1\ \frac{Wb}{m^2} = 10^4\ Gs.$$

Forță magnetomotoare (F, F_m): mărime vectorială egală cu produsul dintre intensitatea medie a cîmpului magnetic și lungimea liniei de-a lungul căreia se măsoară tensiunea, măsurată în direcția intensității cîmpului. Este mărime derivată, în toate sistemele. Ecuația de definiție: $F_m = nI$ (raționalizat); $F_m = 4\pi nI$ (clasic, neraționalizat). Dimensiuni: în S.I. și MKSA (respectiv LMTI) $[F_m] = I$; în C.G.S. e m (respectiv LMT em) $[F_m] = L^{1/2}M^{1/2}T^{-1}$.

Amper-spiră (A.sp): unitate derivată SI și MKSA raționalizat, egală cu forța magnetomotoare produsă de o spiră parcursă de un curent de un amper;

— *decigilbert* (dGb): unitate MKSA neraționalizată (clasică) de forță magnetomotoare, egală cu 10^{-1} Gb;

— *gilbert* (G): unitate C.G.S. e m neraționalizată, egală cu f.m.m. care într-un solenoid cu lungimea de un centimetru dă naștere la o unitate electromagnetică de intensitate a cîmpului magnetic.

Relații: 1 A. sp = 4π dGb; 1 dGb = 10^{-1} Gb.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE*

Fluxmetre[1]: aparate de măsurat fluxul magnetic, gradate direct în unități de flux magnetic; fac parte din categoria aparatelor magnetoelectrice, reprezentînd o variantă a galvanometrelor magnetoelectrice, de care se deosebesc prin faptul că au cuplul rezistent practic nul, (întrucît nu posedă arcuri spirale sau fir de suspensie metalic, bobina mobilă fiind suspendată pe pivoți care se mișcă cu frecări foarte mici în lagăre de agat, aducerea curentului fiind făcută cu două fire metalice foarte subțiri și cu bucle care să împiedice producerea unui cuplu rezistent) iar bobina de

---

[1]) S-au realizat și fluxmetre bazate pe principiul sondei rotitoare.

Scanned with OKEN Scanner

măsurat are o rezistență electrică de max. 10 ... 30 Ω, mult mai mică decît rezistența critică exterioară de amortizare a galvanometrelor (balistice) fapt pentru care funcționează în condiții de supra amortizare (adică, curenții induși în bobina mobilă din cauza mișcării acesteia în cîmpul magnetic al magnetului permanent, produc un cuplu de amortizare foarte puternic,

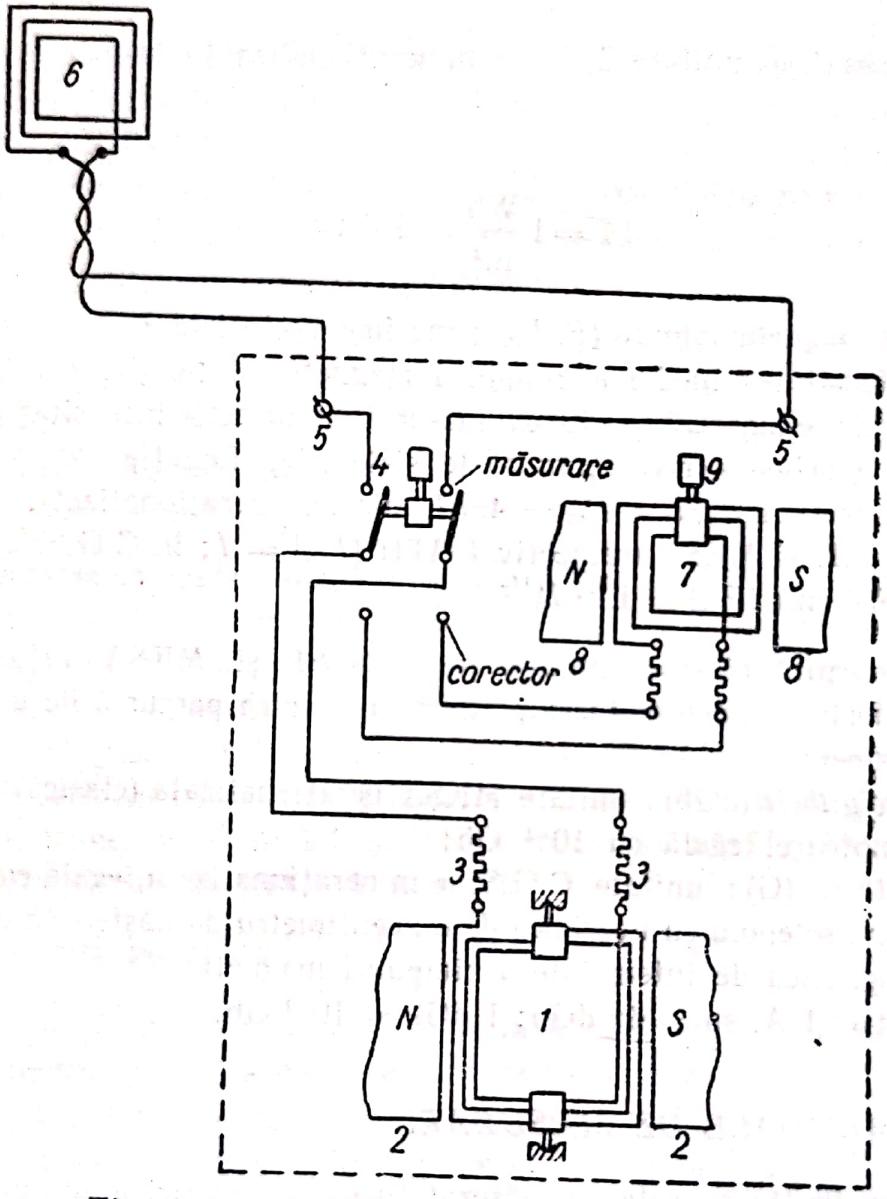


Fig. 233. Schema electrică a fluxmetrului.

care frînează mișcarea bobinei). Schema de funcționare este reprezentată în fig. 233, în care *1* este bobina echipajului mobil, *2* — polii magnetului permanent, *4* — comutatorul de care sînt legate capetele bobinei *1* prin conductoarele foarte subțiri *3*. La bornele de legătură *5* este legată bobina de măsurare *6*. Cînd comutatorul *4* este așezat pe poziția „corector" bobina *1* se leagă de bobina auxiliară *7* situată între polii magnetului permanent auxiliar *8* și fixată mecanic cu mînerul *9*. Pot fi: cu scară gradată și spot luminos sau cu scară gradată și ac indicator, dispozitivul de

Scanned with OKEN Scanner

fixare a punctului inițial putînd fi cu furcă metalică, cu potențiometru și pilă electrică sau cu sistem auxiliar magnet permanent-bobină mobilă. Unghiul de deviație $\Delta\alpha$ al bobinei mobile este scos din relația:

$$\Delta\Phi = \frac{K}{N}\Delta\alpha$$

rezultată din relația

$$N\Delta\Phi = K\Delta\alpha$$

K fiind produsul dintre numărul de spire n al bobinei, S — suprafața bobinei, B — inducția în întrefierul fluxmetrului ($K = nSB$) și N — numărul de spire ale bobinei de măsurare, fapt ce permite gradarea în unități de flux magnetic. Deoarece

$$\Delta\Phi = \frac{1}{N}\int e \cdot dt,$$

constanta K a fluxmetrului la unele aparate este dată în V · s/div, nu în Wb/div, întrucît 1 Wb = 1 V · s. Măsurările cu fluxmetrul se fac fie producînd variația de la 0 la Φ, fie de la $-\Phi$ la $+\Phi$ (sau invers) în primul caz calculîndu-se cu relația 1 și în al doilea cu relația 2

$$1)\ \Phi = \frac{K}{N}(\alpha_f - \alpha_i) \qquad 2)\ \Phi = \frac{K}{2N}(\alpha_f - \alpha_i),$$

unde α_f este deviația finală și α_i poziția inițială a sistemului indicator, $K = nSB$ cu semnificațiile arătate mai sus și N numărul de spire ale bobinei de măsurare. Se poate măsura și intensitatea unui cîmp magnetic constant H scoțînd sau introducînd în acest cîmp bobina de măsurare, astfel încît fluxul cuprins să varieze de la zero la Φ sau invers, calculîndu-se cu relația:

$$H = \frac{\Phi}{A\,\mu_0} \text{ în A/m},$$

în care: A este aria bobinei de măsurare în m², Φ — fluxul, în Wb, $\mu_0 = 4\pi\ 10^{-7}$ H/m (henry pe metru). Condiții de funcționare și metrologice: cuplul antagonist trebuie să fie atît de mic încît deplasarea sistemului indicator sub acțiunea lui să nu depășească 10% din lungimea scării în timp de 20 s,; echilibrarea echipajului mobil trebuie să asigure la o înclinare cu 5° de la poziția normală de funcționare, o viteză de deplasare care să nu depășească valoarea corespunzătoare parcurgerii unei porțiuni de 10% din lungimea scării în timp de 20 s; erorile exprimate în procente din valoarea limită a domeniului de măsurare nu trebuie să depășească în ± numărul care indică clasa de precizie înscrisă pe aparat, nici chiar în cazurile în care durata de variație a fluxului care se măsoară are valori diferite care însă nu depășesc 5 s și nici

Scanned with OKEN Scanner

în cazurile în care temperatura mediului ambiant variază între + 15°C și + 25°C. Verificarea funcționării se face cu ajutorul etaloanelor de flux (inductivități mutuale etalon) cu montajul reprezentat în schema din fig. 234, în care F este instrumentul indicator al fluxmetrului; R — cutie de rezistență etalon; M_0 — inductivitate mutuală etalon; A — ampermetru etalon magnetoelectric; R_{h1} și R_{h2} — reostate pentru reglaj; E — baterie de acumulatori. Pentru un fluxmetru clasa 2,5 cu domeniul de măsurare 10 ... 15 mWb valorile elementelor componente din schemă trebuie să fie: pentru inductivitatea etalon M_0, clasa de precizie 0,2 ... ...0,5, cu valoarea de 0,01 henry; pentru ampermetrul etalon A clasa 0,2 ... 0,5, cu domeniul de măsurare 2,5 A; pentru reostatul R_{h1}, curentul maxim 3 A și valoarea 15 Ω; pentru reostatul R_{h2}, curentul maxim 3 A și valoarea 1 500 Ω; pentru sursa de alimentare E, ~ 12 V. Pentru verificarea fiecărui reper numerotat se calculează valoarea curentului I pentru circuitul primar cu ajutorul relației:

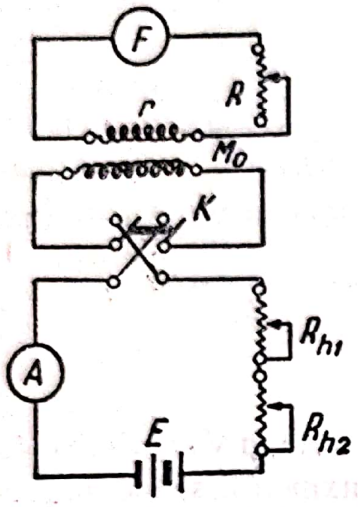


Fig. 234. Montajul pentru verificarea funcționării fluxmetrelor.

$$I = \frac{\Phi}{2M},$$

în care Φ este valoarea reperului numerotat, exprimată în Wb sau V-s și M valoarea inductivității mutuale etalon, exprimată în henry. Cutia de rezistențe etalon necesară se stabilește cu relația $R = R_{max} - r$, în care R_{max} este rezistența maximă admisă de circuitul de măsurare înscrisă pe cadranul fluxmetrului și r — rezistența înfășurării secundare a inductivității mutuale[1]). Verificarea bobinei de măsurare se poate executa cu o punte pentru măsurarea rezistențelor cu o precizie de ordinul 10^{-3} asigurată, și ea nu trebuie să întreacă valoarea maximă înscrisă pe aparat. Verificările se fac inițial și la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 178-63, marcarea făcîndu-se pe ceara din locașul de marcare.

Instalații Epstein, cu cadru: instalații folosite la determinarea pierderilor de remagnetizare la tabla silicioasă (conform STAS 763-60), putînd fi cu cadru de 25 sau de 50 cm. Pierderile de remagnetizare se determină prin metoda wattmetrică la frecvența de 50 Hz și inducții cu valoarea maximă de 1; 1,5 sau 1,7 Tesla[2]). Schema unei instalații Epstein cu cadru

---

[1]) Verificarea fluxmetrului se mai poate face prin utilizarea unui solenoid etalon.

[2]) 1 Tesla $= \frac{1 \text{ Wb}}{\text{m}^2} = 10\,000$ Gauss.

Scanned with OKEN Scanner

de 50 cm este reprezentată în fig. 235, în care *1* este bobina de măsurare realizată dintr-un conductor cu diametrul 0,5 ... 1 mm, peste care este aplicată bobina de magnetizare *2* izolată de prima cu două straturi izolante de preferinţă din bumbac şi cu grosimea conductorului de 1 mm, celelalte inscripţii din schemă reprezentînd simbolurile aparatelor de măsurat incluse; A — ampermetru (electromagnetic sau electrodinamic); V_1 — voltmetru electrodinamic; V_2 — voltmetru magnetoelectric clasa 0,2 şi domeniul de măsurare 60 ... 150 V prevăzut cu redresor de precizie corespunzătoare; W — wattmetru electrodinamic cu mai multe domenii de măsurare cu regim nominal la cos $\varphi = 0{,}1 \ldots 0{,}2$; f — frecvenţmetru, toate aparatele trebuind să aibe un consum propriu cît mai mic (maxim 30 V/Ω). Instalaţia trebuind să permită şi separarea pierderilor, trebuie să fie alimentată cu o sursă de frecvenţă reglabilă, care să permită determinarea pierderilor şi la frecvenţe mai joase (25 ... 30 Hz), fapt pentru care se foloseşte un generator sincron monofazat, tensiunea reglîndu-se numai prin autotransformatoare, pentru a se evita deformarea undei inducţiei. Se realizează în clasele de precizie 3; 4; 5 (precizie de ansamblu). Verificarea ansamblului constă în efectuarea a cîte trei şiruri de măsurări (cîte un şir pentru valori ale inducţiei de 1,0; 1,5 şi 1,7 T) consecutiv asupra a două pachete-etalon (tip A, între 0,8 ... 1,2 W/kg şi tip B, între 1,8 ... 2,2 W/kg, valorile fiind la 1 T şi 50 Hz), introducînd pachetul etalon în jugul aparatului de verificat şi strîngînd fălcile laterale şi apoi cele verticale prin avansuri succesive ale perechilor diametral opuse, după care se porneşte instalaţia de alimentare a circuitului de alimentare şi se pun în funcţiune aparatele de măsurat, căutînd prin manipularea dispozitivului de strîngere să se obţină indicaţii minime la wattmetru. Valorile medii ale tensiunilor electromotoare se calculează cu relaţia $E_{med} = 4 \cdot f.S \cdot w_2 \cdot B_m$ în care f este frecvenţa în Hz; w_2 numărul de spire din înfăşurarea secundară a cadrului; S — aria secţiunii pachetului-etalon în m² indicată în certificatul acesteia; B_m — valoarea amplitudinii inducţiei magnetice în T. Se calculează tensiunea medie la bornele înfăşurării secundarului cu relaţia:

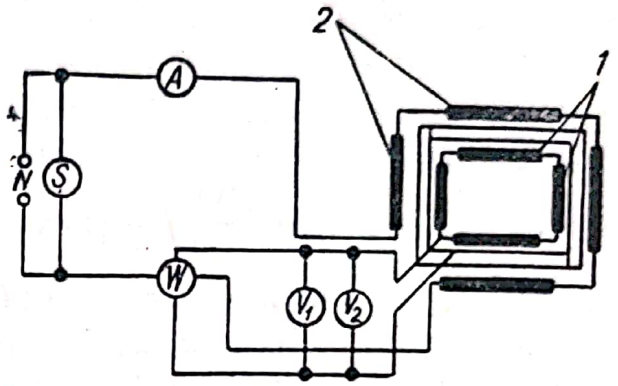


Fig. 235. Schema instalaţiei Epstein.

$$U_{med} = \frac{E_{med}}{1 + r_2 \left(\frac{1}{r_w} + \frac{1}{r_{V\,med}} + \frac{1}{r_{V\,ef}} \right)},$$

Scanned with OKEN Scanner

în care r_2 este rezistența bobinei secundare a jugului; r_w — rezistența bobinei paralele a wattmetrului pe domeniul lucru; r_{Vmed} — rezistența voltmetrului cu redresor pe domeniul de lucru; r_{Vef} — rezistența voltmetrului de valoare eficace pe domeniul de lucru, după care se calculează corecția tensiuni secundare ΔU_{med} cu relația:

$$U_{med} = \frac{(A' - A)\,\mu_0 w_1 w_2 F_s}{l}\, f \cdot I_1,$$

în care A' este aria secțiunii bobinei secundare în m²; A — aria secțiunii pachetului-etalon în m², indicată în certificat; μ_0 — permeabilitatea vidului $\left(\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} \Big/ \frac{\text{A}}{\text{m}}\right)$; w_1 — numărul de spire ale înfășurării primare și w_2 ale înfășurării secundare; F_s — factorul de vîrf care la inducții de 1 T se poate lua egal cu 2; f — frecvența; I_1 — valoarea efectivă a curentului din primar și l — lungimea totală a circuitului magnetic, în m, indicată în certificat. Se procedează la prelucrarea rezultatelor[1]), fiecare șir de determinări considerîndu-se satisfăcător dacă îndeplinește condiția din relația

$$\frac{P_{i\,max} - P_{i\,min}}{2} \leqslant \frac{\bar{P}_w}{100} A,$$

în care $P_{i\,max}$ este valoarea maximă indicată de wattmetru, $P_{i\,min}$ — valoarea minimă, ambele din șirul de determinări, $\bar{P}_w$ — valoarea medie a șirului de indicații ale wattmetrului, A — coeficientul egal cu 1 la instalațiile clasa 3, egal cu 1,5 la cele clasa 4 și cu 2,5, la cele clasa 5. Se determină apoi valorile P_s ale pierderilor în regim sinusoidal $P_s = P_1 - P_f\,(1 - 1{,}234/kf_1)$, P_f — pierderile prin curenți Foucault $P_f = \left(\frac{P_1}{f_1} - \frac{P_2}{f_2} \cdot \frac{f^2}{f_1 - f_2}\right)$ și P_1 pierderile de magnetizare pentru frecvența f_1, $P_1 = \left(\bar{P}_w \frac{w_1}{w_2} - \frac{\bar{U}_2}{r'_2}\right)\left(1 + \frac{r'_2}{r'_2}\right)$ în care r_2 este rezistența bobinei secundare a cadranelor Epstein; w_1 și w_2 — numărul de spire din înfășurarea primară și secundară a cadranului; $\bar{P}_w$—valoarea medie a șirului de determinări indicate de wattmetru; k_f coeficientul de formă dedus cu relația $k_f = \bar{U}/U_{med}$; P_2 pierderea pentru frecvența f_2 Hz calculată cu relația similară cu aceea pentru P_1 (P_1 a fost determinat pentru f_1=50 Hz și P_2 pentru $f_2 = 25$ Hz), după care se determină pierderile specifice $p = P_s/m$, în care m este masa pachetelor (luată pentru fiecare pachet). Dacă $\Delta_p = \frac{p - p_E}{p} 100$ (unde Δ_p este valoarea relativă a mediei determinărilor

[1]) Conform metodicii din Instrucțiunile 190-64 pentru verificarea instalațiilor Epstein cu cadran de 50 cm.

Scanned with OKEN Scanner

față de valoarea pierderilor pachetului etalon specificată în certificat, p— valoarea medie corectată a șirului de determinări și p_E valoarea pierderilor pachetului etalon specificată în certificat) nu depășește limitele erorii de clasă, instalația este admisă și se emite un certificat în care se trec datele de identificare ale instalației și ale aparatelor anexă cu rezistențele lor, și indicarea pachetelor etalon cu care s-au făcut determinările, inclusiv indicarea în ce clasă se încadrează instalația. Verificările se fac inițial și la un an după verificarea inițială, apoi la doi ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 190-64.

Potențialometru magnetic: bandă subțire elastică dielectrică cu secțiunea constantă, pe care este înfășurată uniform o bobină cu un număr de spire, capetele înfășurării fiind scoase la mijlocul înfășurării și legate la un galvanometru balistic. Măsurarea diferenței de potențial magnetic se face așezînd potențialometrul cu extremitățile sale în punctele între care se determină diferența de potențial magnetic și se suprimă brusc cîmpul. Variația de flux $\Delta\Phi$ se măsoară cu galvanometrul balistic și din relația $\Delta\Phi = k \cdot F_{AB}$ se scoate valoarea forței magnetomotoare $F_{AB} = \Delta\Phi/k$. Cum $\Delta\Phi = C_b' \alpha_b$, în care C_b' este constanta balistică stabilită în unități de flux pe diviziune, rezultă că $F_{AB} = \frac{C_b'}{k} \cdot \alpha_b = K \cdot \alpha_b$ în care K este $\frac{C_b'}{k}$, respectiv K este constanta potențialometrului împreună cu galvanometrul balistic. K se determină experimental cu relația $K = \frac{C_b'}{k} = \frac{w_0 I_0}{\alpha_0}$ în care w_0 este numărul de spire al unei bobine (prin care se trece potențialometrul cu capetele sale unite și cu capetele înfășurării sale legate la galvanometrul balistic), prin bobină, trecîndu-se curentul I_0, iar α_0 este deviația galvanometrului la inversarea curentului. Rezultă că $\Delta\Phi = k w_0 I_0 = C_b' \cdot \alpha_0$, de unde se scoate $K = \frac{C_b'}{k} = \frac{w_0 I_0}{\alpha_0}$. Pentru măsurarea forței magnetomotoare alternative, se măsoară valoarea medie a forței electromotoare indusă în potențialometru, fără ca acesta să fie scos din cîmpul magnetic. Se verifică împreună cu galvanometrul balistic cu care funcționează.

Ferometre: aparate folosite la determinarea parametrilor magnetici ai materialelor a căror schemă de principiu (fig. 236) cuprinde un milivoltmetru magnetoelectric mV (cu redresor mecanic cu vibrator R_v) înfășurarea de excitație avînd intercalată un regulator de fază RF. Materialului de încercat, care trebuie să aibe formă inelară, i se fac două înfășurări, una de magnetizare w_1 alimentată printr-un autotransformator de reglaj AT

Scanned with OKEN Scanner

(de la aceeaşi sursă care alimentează regulatorul de fază) şi alta (secundarul) w_2 pentru măsurarea inducţiei B_m în probă. Milivoltmetrul mV se conectează printr-un comutator bipolar K fie la bornele înfăşurării secundare w_2, fie la ale unei rezistenţe neinductive R, aflată în serie cu înfăşurarea primară w_1. Tensiunea la bornele înfăşurării secundare (dată de

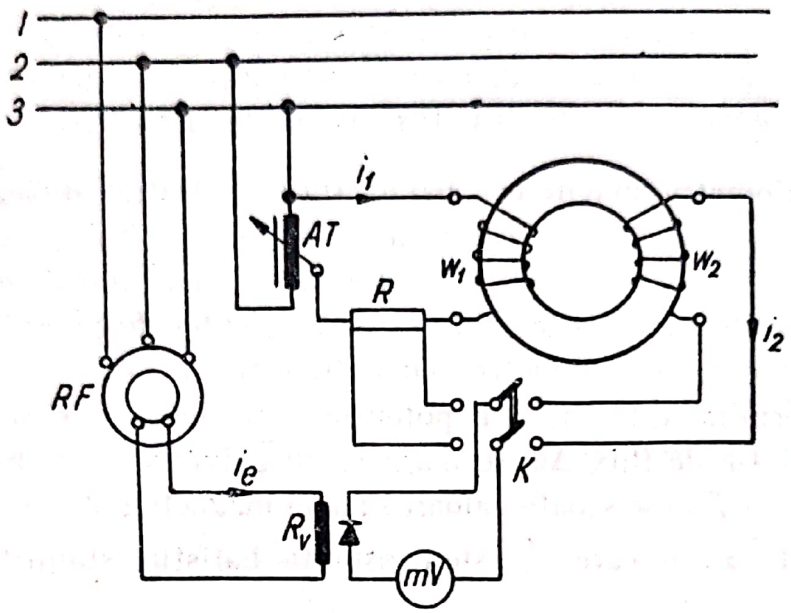


Fig. 236. Schema de principiu a ferometrului.

poziţia maximă a indicatorului mV obţinută prin manipularea regulatorului de fază pînă cînd fazele curentului de excitaţie i_e şi ale curentului i_2 din înfăşurarea w_2 coincid) este dată de relaţia:

$$U_2(\text{în volţi}) = 4\ K_f \cdot w_2 \cdot B_m S \cdot 10^{-8},$$

în care K_f este factorul de formă al curbei de tensiune; w_2 — numărul de spire al înfăşurării secundare; S — aria secţiunii probei, în m^2; B_m — inducţia maximă, în T, din care rezultă

$$B_m = \frac{U_2}{4\ K_f \cdot w_2 \cdot S \cdot 10^{-8}}.$$

Pentru determinarea pierderilor magnetice în fier prin histerezis şi curenţi turbinari este necesar să se cunoască componenta activă a curentului de magnetizare care este dată de relaţia: $I_{1a} = I_1 \cos \varphi = \frac{U_{1a}}{R}$, valoarea fiind calculată pe baza măsurării cu milivoltmetrul. Comutînd aparatul pe rezistenţa R căderea de tensiune la bornele acesteia va fi proporţională cu curentul care trece prin înfăşurarea de magnetizare w_1, adică $U_{1a} = RI_1 \cos \varphi$, deoarece unghiul de deviaţie al milivoltmetrului magnetoelectric cu redresor este proporţional cu curentul din aparat aflat în fază cu curentul din rezistenţa R şi cu cosinusul dintre

Scanned with OKEN Scanner

acesta și curentul de excitație i_e aflat în fază cu tensiunea U_2. Se determină și componenta reactivă a căderii de tensiune în rezistența R din relația $U_{1r} = R \cdot I_1 \sin \varphi$ (prin măsuri făcute după decalarea curentului de excitație a redresorului cu 90° față de tensiunea U_2), astfel în cît componența reactivă a curentului de magnetizare este $I_{1r} = I_1 \sin \alpha = U_1/R$. Cunoscînd deci valorile lui R deduse din relațiile arătate, se poate scrie valoarea pierderilor P_{Fe} și cîmpul H_m:

$$P_{Fe} = \frac{w_1}{w_2} U_2 \cdot I_1 \cos \varphi \text{ și } H_m = \frac{\sqrt{2} I_1 \sin \varphi w_1}{l}$$

C. *TRANSMITEREA UNITĂȚILOR DE MĂSURA MAGNETICE*

Transmiterea unităților de măsură magnetice se realizează potrivit schemei din fig. 237, în care sînt indicate atît mijloacele-etalon, cît și mijloacele folosite.

6. APARATE ȘI MONTAJE PENTRU MĂSURĂRI DE PRECIZIE

Compensatoare (potențiometre): aparate electrice de măsurat tensiuni, curenți, rezistențe, puteri etc, bazate pe principiul compensației:

— *compensatoare de curent continuu*: compensatoare folosite pentru măsurări și verificări de diferențe de potențial, de forțe electromotoare, de curenți, rezistențe, puteri etc. Distingem:

— compensator de curent continuu cu rezistență mică (Feussner): compensator de măsurat tensiuni joase, a căror schemă (fig. 238) cuprinde rezistența — etalon de măsurare formată din cinci bobine în decadă (1...5) echivalente cu două cutii de rezistențe în serie (astfel cuplate încît fiecare creștere de rezistență a unei cutii să fie urmată de o scădere egală de rezistență la cealaltă cutie, rezistența totală rămînînd aceeași și în consecință și curentul i din circuit). Între contactele decadelor *1* și *2* se află sursa etalon (element normal Weston) și un comutator pentru trecerea în circuit a tensiunii necunoscute E_2. Cu ajutorul manetelor d și c se variază rezistența dintre punctele C și D și în consecință și intensitățile i_1' și i_2' corespunzătoare tensiunii E_1 și a celei necunoscute E_2, opusă curentului i, pînă se obține echilibrul, care este indicat de galvanometrul G.

— compensator de c.c. cu fir calibrat a cărui schemă (fig. 239)cuprinde ca rezistență de măsurare un fir calibrat γ-γ', reostatul R_f pentru reglarea curentului de măsurare, ampermetrul-etalon A, sursa de curent de alimentare B (baterie), galvanometrul G, elementul normal Weston legat în serie cu galvanometrul și în opo-

Scanned with OKEN Scanner

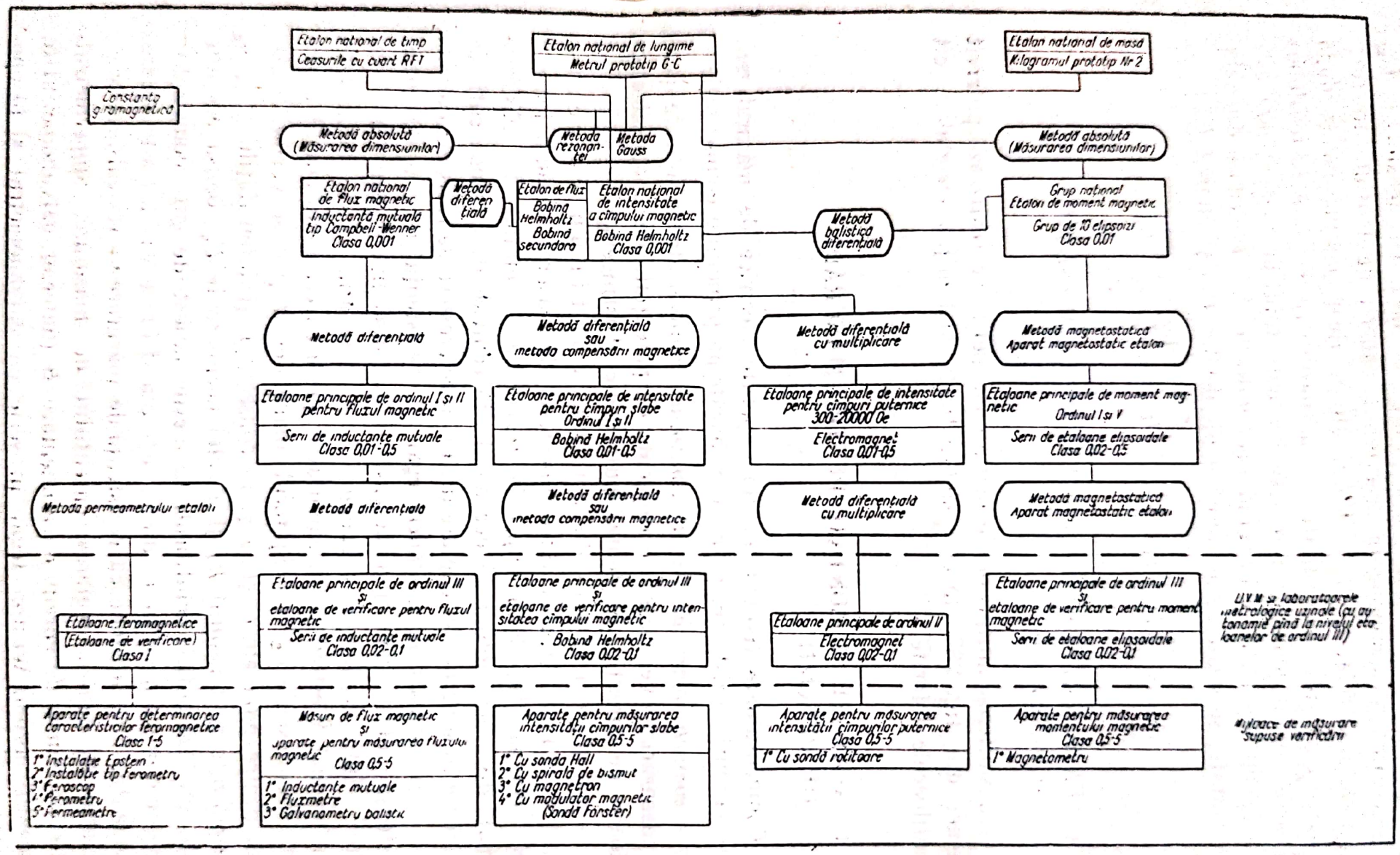


Fig. 237. Schema de principiu de transmitere a unităților magnetice

Scanned with OKEN Scanner

ziție cu sursa B la firul calibrat, prin două contacte, unul fix și unul mobil. Pentru măsurare se reglează la zero deplasîndu-se contactul mobil pînă cînd galvanometrul indică zero și deci valoarea $E_1 = r \cdot l_1 \cdot I$,

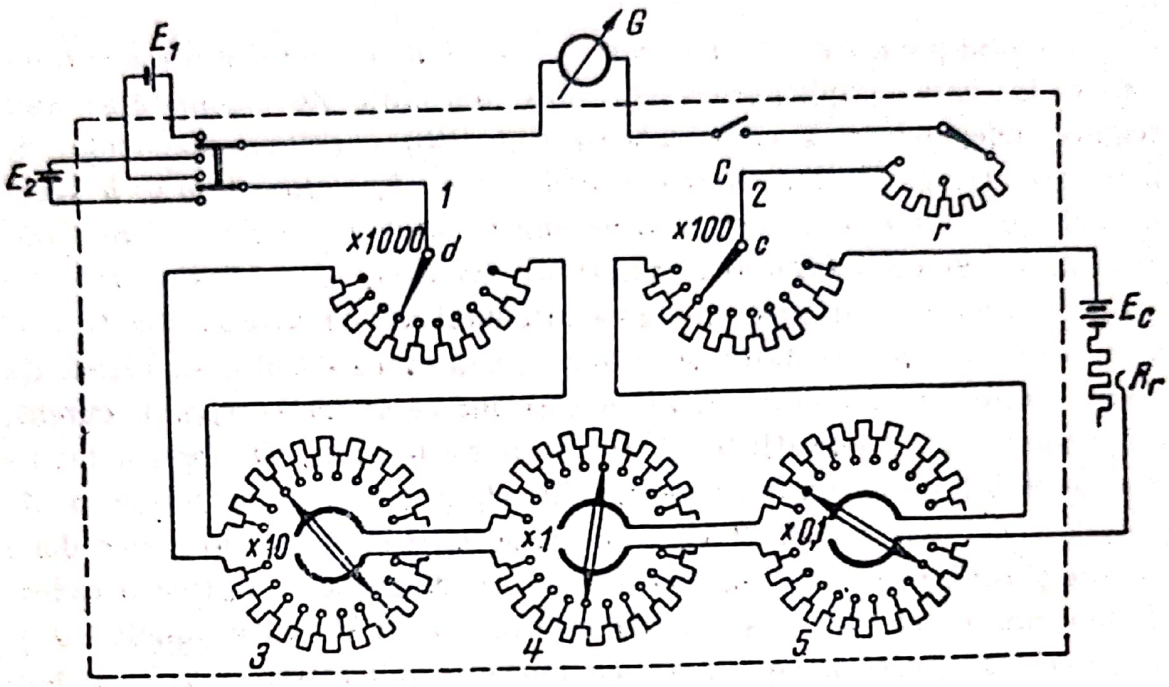


Fig. 238. Compensator de curent continuu feussner.

în care r este rezistența specifică a firului; l_1-lungimea firului în care se produce căderea de tensiune E_1 și I curentul. Substituind în locul elementului normal E_1 o altă pilă a cărei tensiune se măsoară, se deplasează contactul mobil pe firul calibrat pînă se obține din nou echilibrul. În acest caz valoarea tensiunii $E_2 = E_1 l_2 / l_1$. Pentru tensiuni mai înalte de 2 V se pot folosi divizoare de tensiune (pentru tensiunea E_2);

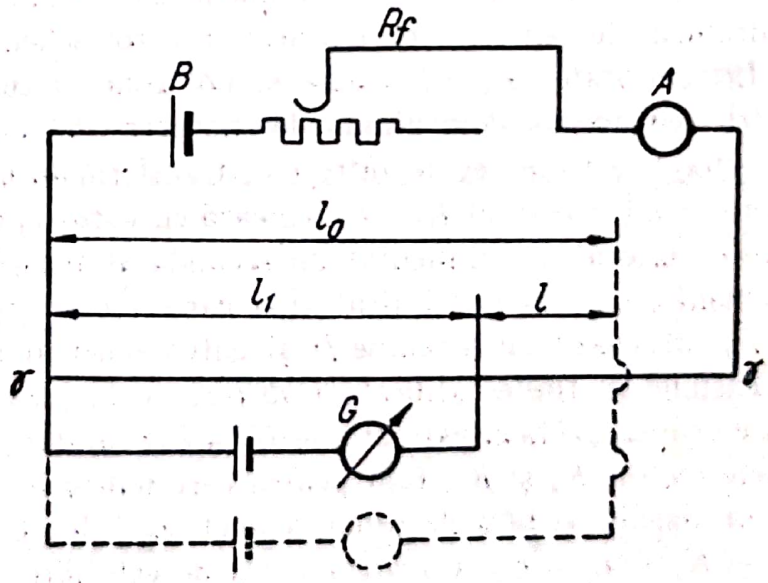


Fig. 239. Schema compensatorului cu fir calibrat.

— *compensatoare de curent alternativ* a căror funcționare necesită un reglaj cu două variabile independente al tensiunii de comparație: modul de realizare al reglajului determinînd tipul aparatelor, care pot fi:

— compensatoare de c.a. cu coordonate polare la care amplitudinea și faza tensiunii de comparație sînt reglate independent, a căror schemă (fig. 240) cuprinde rezistența de măsurare (*1*) alcătuit ă dintr-o decadă și un fir calibrat *a — b* legat în serie, de care este conectată o decadă de șunt *2*, regulatorul de fază, monofazat, Φ cu înfășurarea statorului defazată, curenții din circuitele acesteia fiind defazați prin montarea într-unul din circuite a capacității *C* și a rezistenței *R*, reostatul R_r pentru reglarea curentului în rezistența de măsurare, ampermetrul-etalon *A* care indică valoarea acestui curent, galvanometrul cu vibrații G_v și divizorul de tensiune *D*. Pentru măsurări se stabilește cu ajutorul reostatului R_r și citind pe ampermetrul *A*, o cădere de tensiune de 2 V. Schimbînd poziția manetelor celor două decade și rotind rotorul regulatorului de fază Φ, se poate obține o cădere de tensiune *U*, cunoscută și cu mărimea pînă la 2 V, între punctele *0* și *B*, necesară pentru compensarea cu ajutorul galvanometrului G_v a tensiunii necunoscute U_x care se substituie în punctele *0* și *B*. După poziția manetelor pe decade se citește valoarea tensiunii măsurate, al cărei defazaj este indicat de regulatorul de fază cu precizie de o zecime de grad;

— compensatoare de c.a. cu coordonate rectangulare, la care sînt reglate în mod independent două componente aflate în cuadratură ale tensiunii de măsurat, a căror schemă (fig. 241) conține două fire calibrate *ab* și *cd* la care se pot conecta cutii de rezistență *R* pentru extinderea domeniului de măsurare, punctele mediane *m* și *n* ale acestor fire fiind legate între ele, transformatorul T_1 pentru alimentarea firului *ab*, reostatul R_1 care reglează curentul I_1 ce trece prin firul *ab*, transformatorul T_2 alimentat de secundarul transformatorului T_1 și care la rîndul său alimentează firul *cd* al cărui curent I_2 este reglat cu reostatul R_2, divizorul de tensiune *D* și galvanometrul vibrator G_v. Căderile de tensiune în firele calibrate *Uab* (care e în fază cu curentul I_1) și U_{cd} (care este defazată cu 90° față de *Uab*) sînt uniform repartizate între contactele mobile K_1 și K_2, fapt pentru care tensiunea necunoscută U_x este dată în mărime și fază de suma geometrică a lui U_{x1} și U_{x2} pe porțiunile $m — K_1$ și $n — K_2$, pentru poziția de echilibru avînd $U_x = \sqrt{U_{x1}^2 + U_{x2}^2}$, defazajul dintre tensiune și curent în firul *ab* fiind dedus din relația $\operatorname{tg}\varphi = U_{x1}/U_{x2}$.

Punți electrice: circuite electrice folosite la măsurarea directă de mărimi electrice sau indirectă de mărimi neelectrice, atît în măsurările

Scanned with OKEN Scanner

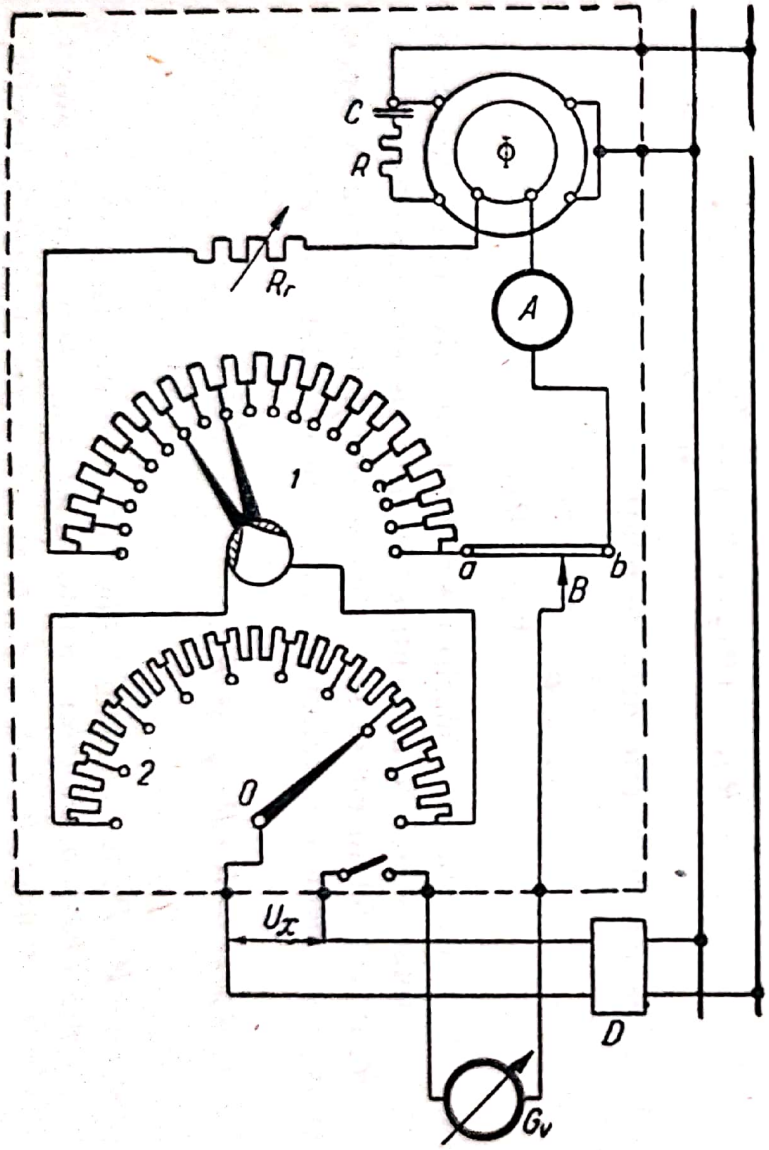


Fig. 240. Schema compensatorului de curent alternativ cu coordonate polare.

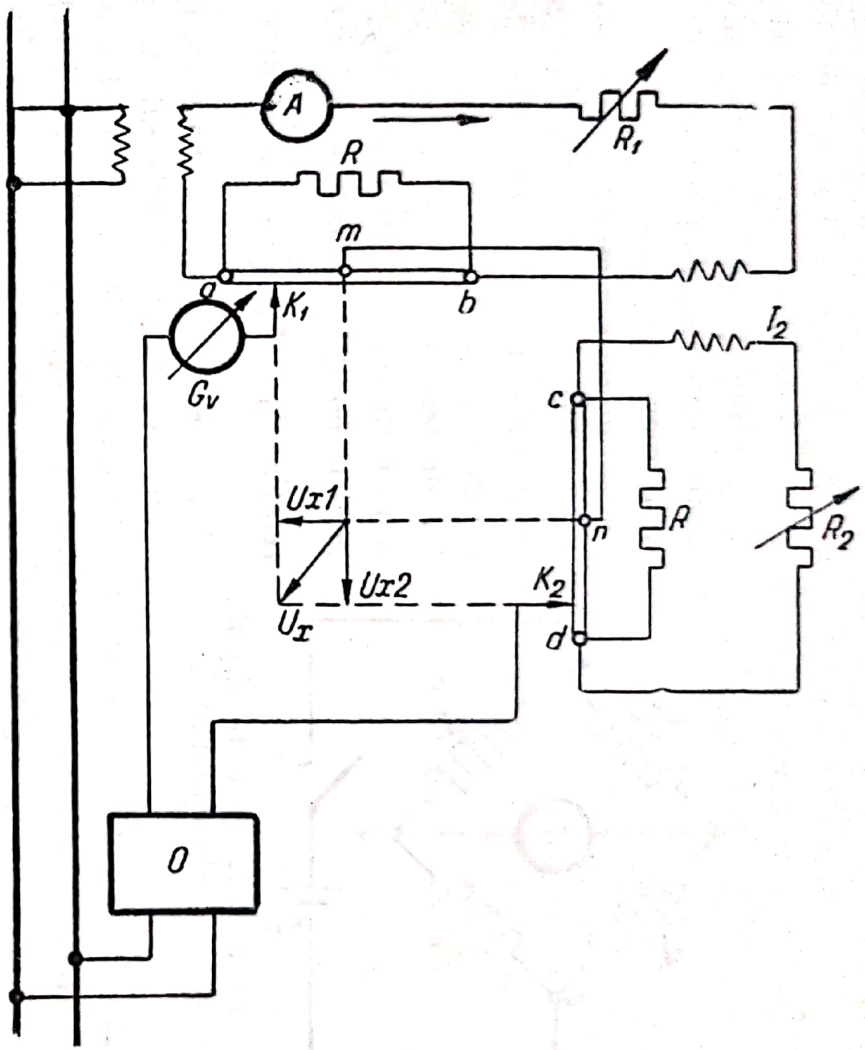


Fig. 241. Schema compensatorului de curent alternativ cu coordonate rectangulare.

de laborator cît și în cele industriale, în curent continuu sau alternativ de joasă sau înaltă frecvență, ale căror scheme de montaj sînt variate în funcție de mărimea de măsurat și de metoda de măsurare, constituind tipuri diferite. Din numărul mare de punți cunoscute sînt prezentate cîteva mai frecvent folosite:

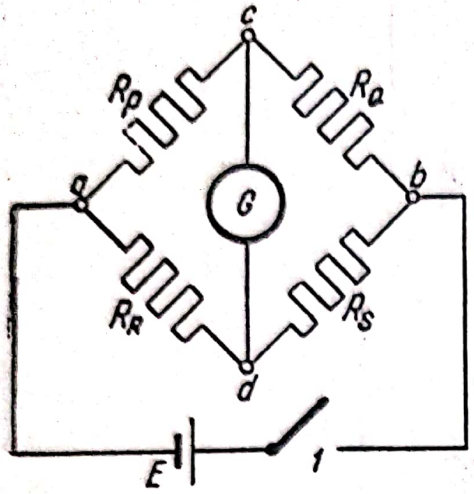


Fig. 242. Punte simplă (Wheatstone).

— *punte Wheatstone* (punte simplă) a cărei schemă (fig. 242) are notate simbolurile rezistențelor, sursei de alimentare a aparatului indicator, punctelor de legătură etc, și la care valoarea unei rezistențe de măsurare R_p, este pentru poziția de echilibru, dată de relația $R_p = R_R \frac{R_Q}{R_S}$. Rezistențele R_R, R_Q și R_S sînt valori cunoscute (rezistențe decadiale). Echilibrul se poate obține fie menținînd constantă valoarea lui R_R și variind raportul R_Q/R_S, fie păstrînd acest raport constant și variind pe R_R. Dacă valorile rezistențelor din cutiile decadiale nu permit obținerea echilibrării perfecte (metoda de zero), este necesară o interpolare a rezistenței de echilibru R_R între două valori vecine R_{R1} și R_{R2}, menținînd raportul R_Q/R_S constant, pentru valorile R_{R1} și R_{R2} obținîndu-se la galvanometru deviațiile α_1 și α_2 în sensuri contrare, rezistența de interpolare R_i fiind

$$R_i = R_{R1} + (R_{R2} - R_{R1}) \frac{\alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}.$$

Sensibilitatea punții s, este dată de relația

$$s = R_i \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{R_{R2} - R_{R1}}$$

și ea poate fi mărită prin mărirea sensibilității galvanometrului, prin mărirea tensiunii sursei de alimentare sau prin alegerea raportului între R_Q și R_S în așa fel în cît să se obțină sensibilitatea maximă, valorile R_S și R_Q fiind denumite valori optime, care sînt date de relațiile:

$$R_{Qopt} = K \cdot R_{Sopt} \text{ și } R_{Sopt} = \frac{R_R \sqrt{r_g}}{\sqrt{r_g + R_R (k+1)}},$$

în care $k = R_Q/R_S$ și r_g — rezistența galvanometrului;

— *punte Thomson (Kelvin))* punte dublă (fig. 243) pentru măsurat rezistențe foarte mici, în care r_1, r_2, r_3 și r_4 sînt rezistențele cunoscute,

R_x — rezistența de măsurat, R — rezistență calibrată, cu cursor. Pentru un raport prealabil ales $r_1/r_3 = r_2/r_4$ rezistența de măsurat este $R_x = R\frac{r_1}{r_3}$;

— *punte Mance*: punte derivată din puntea Wheatstone folosită la măsurarea rezistențelor interioare a acumulatoarelor și pilelor electrice.

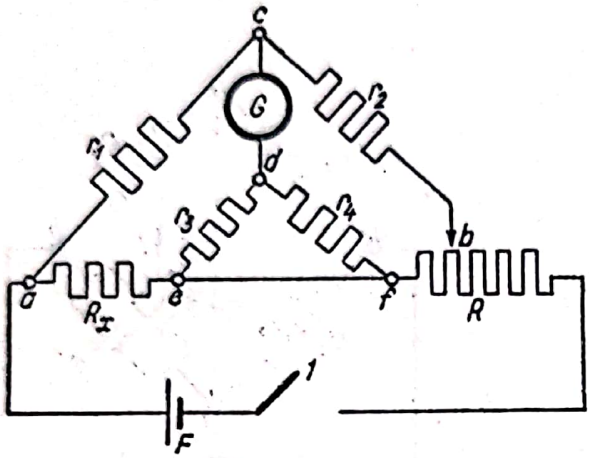


Fig. 243. Punte dublă (Thomson).

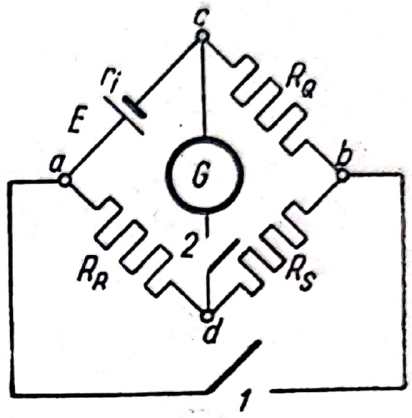


Fig. 244. Punte Mance.

Din schemă (fig. 244) se vede că pila E a cărei rezistență R_i se măsoară este așezată în una din laturile punții și ea asigură alimentarea necesară, în diagonala în care s-ar fi găsit sursa de alimentare rămînînd numai întreruptorul *1*. Închizînd întrerupătorul *2* și apoi închizînd și deschizînd întrerupătorul *1* galvanometrul în cazul echilibrului trebuie să rămînă în aceeași poziție. (Reglarea se face ca la puntea Wheatstone). La echilibru, se poate scrie:

$$R_i = R_R \frac{R_Q}{R_S};$$

— *punte Anderson*: punte de curent alternativ de joasă tensiune folosită la măsurarea inductivităților proprii. La stabilirea echilibrului, potrivit schemei (fig. 245), se poate scrie

$$L = CR_S\left[R_P + r\left(1 + \frac{R_Q}{R_S}\right)\right]$$

și

$$R = R_S \frac{R_Q}{R_P}$$

Dacă se ia $R_Q = R_P$, atunci $R = R_S$ și $L = CR_S(R_P + 2r)$. Echilibrarea se realizează întîi în curent continuu folosind în locul telefonului T un galvanometru, variind pe R_S și menținînd pe $R_P = R_Q$ constant. O dată

echilibrată, se alimentează în curent alternativ și la o anumită capacitate C, reglarea făcîndu-se numai prin rezistența r pînă se aude un zgomot minim în telefon;

— *punte Maxwell*: punte de curent alternativ de joasă frecvență la măsurarea de inductivități proprii prin comparare cu o capacitate, con-

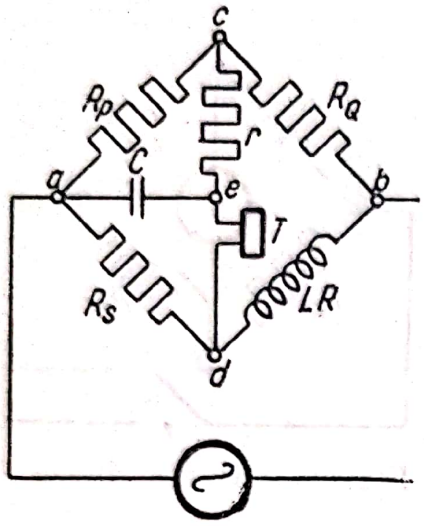


Fig. 245. Punte Anderson.

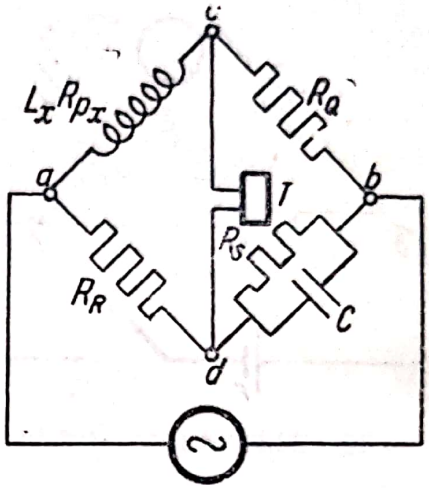


Fig. 246. Punte Maxwell pentru inductanțe proprii prin comparare cu o capacitate.

form schemei (fig. 246). La echilibru, care se poate realiza prin varierea succesivă a uneia din rezistențele R_Q, R_S, R_R și a capacității C, se poate scrie

$$R_{P_x} \cdot R_S = R_Q \cdot R_R = \frac{L_x}{C} .$$

Dacă însă L, inductivitatea mutuală, este cunoscută, se pot măsura capacități:

$$C = \frac{L_x}{R_Q \cdot R_R} .$$

(Variante: punți Maxwell pentru măsurarea inductivității mutuale prin comparare cu o altă inductivitate mutuală cunoscută sau cu o inductivitate proprie cunoscută);

— *punte Wien*: punte de curent alternativ de joasă frecvență pentru măsurarea de capacități, prin comparare cu alte capacități cu valoare cunoscută, conform schemei (fig. 247). Condensatorul care se măsoară se montează în brațul a—c, rezistența echivalentă pierderilor în dielectric avînd-o R_{P_x} considerată în paralel cu capacitatea C_x. Condensatorul-etalon este un condensator cu aer, iar R_R, R_S și R_Q sînt rezistențe

Scanned with OKEN Scanner

variabile cunoscute. La echilibru, se poate scrie:

$$C_x = \frac{R_S}{R_Q} \cdot \frac{C}{1 + \omega^2 C^2 \cdot R_R^2}$$

şi

$$R_{p_x} = \frac{R_Q}{R_S} \cdot \frac{1 + \omega^2 C^2 R_R^2}{\omega^2 C^2 R_R} .$$

(Variantă: punte Wien pentru măsurări de inductivităţi proprii prin comparare cu rezistenţe şi frecvenţe cunoscute);

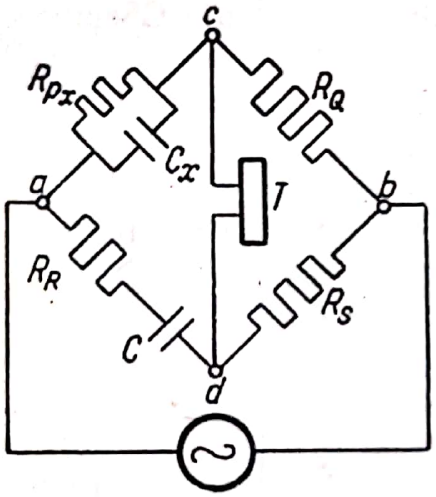


Fig. 247. Punte Wien pentru capacităţi.

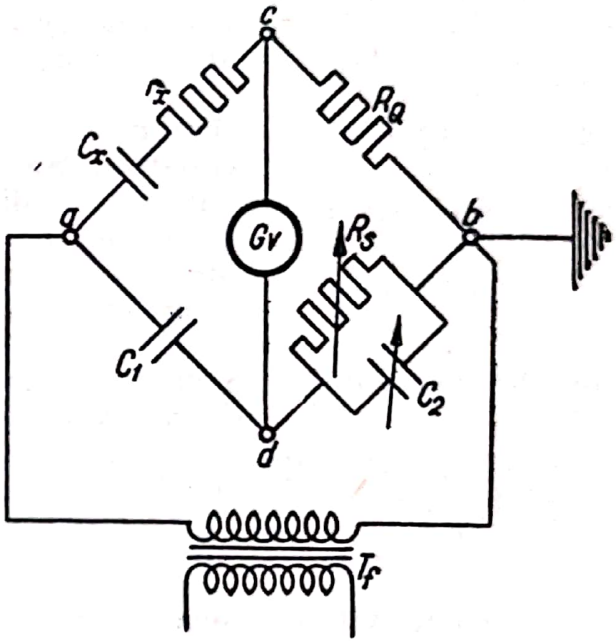


Fig. 248. Punte Schering.

— *punte Schering*: punte de curent alternativ de înaltă tensiune folosită la măsurarea capacităţii şi unghiului de pierderi la condensatoare de înaltă tensiune, prin comparare cu o capacitate-etalon C_1 fără pierderi şi cu rezistenţe etalon cunoscute (capacitatea-etalon C_1 fiind tot de înaltă tensiune), conform schemei (fig. 248) la echilibrul care se poate obţine prin varierea lui R_S şi a capacităţii C_2 se poate scrie: $r_x = R_Q \frac{C_2}{C_1}$ şi $C_x = C_1 \frac{R_S}{R_Q}$, unghiul de pierderi fiind dat de relaţia: $\operatorname{tg} \theta_1 = \omega C_x r_x = \omega R_S \cdot C_2$. Pentru înlăturarea tensiunilor periculoase punctul *b* se leagă obligatoriu la pămînt.

În tabela 228 sînt indicate celelalte mărimi şi unităţi electrice şi magnetice care nu au fost prezentate.

În tabela 229 sînt indicate standardele de stat apărute pînă în prezent, în tabela 230 sînt indicate instrucţiunile de verificare a aparatelor electrice de măsurat apărute pînă în prezent, iar în tabela 231 termenele de verificare obligatorii.

Scanned with OKEN Scanner

Alte mărimi și unități de măsură electrice

Nr. crt.	Mărime, termen și simbol	Unitate de măsură		Relația de transformare
		Denumirea	Simbol	
1	Sarcină electrică Cantitate de electricitate $[Q] = IT$ $Q = IT$	Coulomb Cantitatea de electricitate transportată într-o secundă de un curent constant de un amper	C	$1\,C = 3 \times 10^9$ Fr (franklinul este unitatea CGSes)
2	Rezistivitate ρ $[\rho] = L^3MT^{-3}I^{-2}$ $R = \rho \frac{l}{A}$	Ohm-metru Rezistivitatea materialului izotrop din care un conductor cu lungimea de 1 m și secțiunea de 1 m^2 are rezistența de 1	Ωm	$1\,\Omega \cdot m = 10^{11}$ u · CGSem
3	Conductanță G $[G] = L^{-2}M^{-1}T^3I^2$ $G = \frac{1}{R}$	Siemens (amper pe volt) Conductanța unui circuit a cărui rezistență este de 1	S $\frac{A}{V}$	$1\,S = 10^{-9}$ u · CGSem
4	Conductivitate γ $[\gamma] = L^{-3}M^{-1}T^3I^2$ $\gamma = \frac{1}{\rho}$	Siemens pe metru (Siemens-metru pe metru pătrat) Conductivitatea materialului izotop a cărui rezistivitate este de 1 $\Omega \cdot m$	$\frac{S}{m}$ $\left(\frac{S \cdot m}{m^2}\right)$	$1\,\frac{S}{m} = 10^{-11}$ u · CGSem
5	Cîmp electric Intensitatea cîmpului electric $E, \mathcal{E}$ $[E] = LMT^{-3}I^{-1}$ $E = \frac{\vec{F}}{Q}$	Volt pe metru Valoarea cîmpului electric care produce o forță de 1 N asupra unei sarcini electrice punctuale de 1 C	$\frac{V}{m}$	$1\,\frac{V}{m} = 10^6$ u · CGSem
6	Inducție electrică D $L^{-2}TI$ $D^* = \varepsilon^* \cdot \mathcal{E}$	a) neraționalizat, unitatea MKSA neraționalizată. Inducția electrică produsă de cîmpul electric de 1V/m, în mediul cu permitivitatea de 1 unitate MKSA neraționalizată	u. n. MKSA	1 u.n. MKSA = 10^{-5} u.CGSem

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 228 (continuare)

Nr. crt.	Mărime, termen și simbol	Unitate de măsură		Relația de transformare
		Denumirea	Simbol	
	$D' = \frac{\psi'}{A}$	b) raționalizat, unitate MKSA raționalizată Inducția electrică care produce un flux de 1 unitate radiație MKSA printr-o suprafață normală cu aria de 1 m².	unitatea de radiație MKSA	1 u.r. MKSA = $= 4\pi$ u.n.MKSA
7	Permitivitate ε $[\varepsilon] = L^{-3}M^{-1}T^4I^2$ $\varepsilon = \frac{Q}{\varepsilon^* \cdot \gamma^2}$ $C = \varepsilon^* \cdot R$	*a*) neraționalizat, unitate MKSA neraționalizată. Permitivitatea mediului izotrop în care o sarcină electrică punctuală de 1 C produce, la distanța de 1 m, un cîmp electric de 1 V/m	u.n. MKSA	1 u.n. MKSA = $= 10^{-11}$ u.CGSem
	$D' = \varepsilon' \cdot \varepsilon$ $C = 4\pi\varepsilon' R$	*b*) raționalizat farad pe metru. Permitivitatea, mediului izotrop în care un cîmp electric de 1 V/m produce 1 unitate MKSA raționalizată de inducție electrică	$\frac{F}{m}$	$1 \frac{F}{m} = 4\pi$ u.n. MKSA
8	Cîmp magnetic intensitatea cîmpului magnetic H $[H^*] = L^{-1} I$	a) neraționalizat, milioersted Cîmpul magnetic produs la distanța de 2 m, în jurul unui conductor liniar de lungime practic infinită, parcurs de un curent de 1 A	mOe	1 mOe = 10^{-3} Oe (oerstedul este unitatea CGSem neraționalizată)
	$H' = \frac{2I}{r}$	b) raționalizat amper-spiră pe metru. Cîmpul magnetic produs în centrul unei spire circulare de 1 m diametru parcursă de un curent de 1 A	$\frac{A \cdot sp}{m}$	$1 \frac{A \cdot sp}{m} = 4\pi$mOe
9	Permeabilitate μ $[\mu] = LMT^{-2}I^{-2}$ $\mu^* = \frac{B}{H^*}$	a) neraționalizat, unitatea MKSA neraționalizată. Permeabilitatea mediului izotrop în care cîmpul magnetic de 1 mOe produce inducția magnetică de 1 Wb/m²	u.n. MKSA	1 u.n. MKSA = $= 10^7$ μ_0 (μ_0 este unitatea CGSem)

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 228 (continuare)

Nr. crt.	Mărime, termen și simbol	Unitate de măsură		Relația de transformare
		Denumirea	Simbol	
	$\mu' = \frac{B}{H'}$	b) raționalizat, henry pe metru Permeabilitatea mediului izotrop în care cîmpul magnetic de 1 A.sp/m produce inducția magnetică de 1 Wb/m²	$\frac{H}{m}$	$1\ \frac{H}{m} = \frac{1}{4\pi}$ u·n·MKSA
10	Reluctanță R, R_m, R' $[R] = L^{-2}M^{-1}T^2I^2$ $R^* = \frac{F^*}{\Phi}$	a) neraționalizat, decigilbert pe weber Reluctanța circuitului magnetic în care forța magnetomotoare de 1 dGb produce un flux magnetic de 1 Wb	$\frac{dGb}{Wb}$	$1\ \frac{dGb}{Wb} = 10^{-9}\ \frac{Gb}{Mx}$
	$R' = \frac{F'}{\Phi}$	b) raționalizat, amper-spiră pe weber Reluctanța circuitului magnetic în care forța magnetomotoare de 1 A. sp. produce un flux magnetic de 1 Wb.	$\frac{A \cdot sp}{Wb}$	$1\ \frac{A \cdot sp}{Wb} = 4\pi\ \frac{dGb}{Wb}$
11	Moment magnetic (vechi) m $[m] = L^3MT^{-2}I^{-1}$ $m^* = \frac{W}{H^*}$	a) neraționalizat, unitate MKSA neraționalizată Momentul magnetic al unei bare magnetice situate într-un cîmp magnetic uniform de 1 mOe, asupra căruia se exercită un cuplu maxim de 1 N.m	u·n·MKSA $\frac{N \cdot m}{mOe}$	1 u·n·MKSA = $= 1\ \frac{N \cdot m}{mOe} =$ $= 10^{10}\ \frac{dyn \cdot cm}{Oe}$
	$m' = \frac{W}{H'}$	b) raționalizat, weber-metru Momentul magnetic al unei bare magnetice situate într-un cîmp magnetic uniform de 1 A. sp/m și asupra căruia se exercită un cuplu maxim de 1 N.m	Wb·m	$1\ Wb \cdot m = \frac{1}{4\pi}$ u·n·MKSA
12	Polarizație magnetică $B_i(J)$ $[B_i] = MT^{-2}I^{-1}$ $B_i^* = \frac{m^*}{V}$ $B_i^* = \frac{B - \mu_0^* \cdot H^*}{4\pi}$	a) neraționalizat, unitate MKSA neraționalizată Magnetizarea materialului care, sub un volum de 1 m³ are un volum magnetic clasic de $1\ \frac{N \cdot m}{mOe}$	u·n·MKSA	1 u·n·MKSA = $= 10^4$ u·CGS

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 228 (continuare)

Nr. crt.	Mărime, termen și simbol	Unitate de măsură		Relația de transformare
		Denumirea	Simbol	
	$B_i' = \frac{m'}{V}$ $B_i' = B - \mu' H'$	b) raționalizat weber pe metru pătrat Magnetizarea materialului care, sub un volum de 1 m³, are un moment magnetic clasic de 1 Wb · m	$\frac{Wb}{m^2}$	$1 \frac{Wb}{m^2} = \frac{1}{4\pi}$ u · n · MKSA
13	Intensitatea de magnetizare (nouă) $H_i(M)$ $[H_i] = L^{-1} I$ $H_i = \frac{j}{V}$	Amper pe metru Magnetizarea (nouă) a materialului care, sub un volum de 1 m³, are un moment magnetic (nou) de 1 A · m²	$\frac{A}{m}$	$1 \frac{A}{m} = 10^{-3}$ u · CGSem

Tabela 229

Standarde din domeniul mărimilor electrice, magnetice și fotometrice

STAS 862–56	Mărimi electrice și magnetice. Unități de măsură.
STAS 4640–61	Aparate de măsurat electrice indicatoare. Condiții generale.
STAS 6419–61	Aparate de măsurat electrice. Cadrane, scări gradate și simboluri.
STAS 3807–52	Mărimi electrodinamice. Simboluri.
STAS 5680–63	Transformatoare electrice. Grade normale de protecție.
STAS 6838–63	Rezistențe și condensatoare fixe. Valori nominale și toleranțe.
STAS 6360–61	Materiale și dispozitive semiconductoare. Terminologie.
STAS 4323–62	Transformatoare de tensiune. Condiții generale.
STAS 4324–62	Transformatoare de curent. Condiții generale.
STAS 1703–60	Transformatoare de putere trifazate în ulei. Condiții generale.
STAS 440–62	Transformatoare de putere trifazate în ulei. Caracteristici electrice.
STAS 4198–59	Contoare electrice de curent alternativ pentru energie activă. Condiții generale.
STAS 6693–63	Dispozitive semiconductoare. Tranzistoare și diode. Metode electrice de încercare.
STAS 740–49	Mărimi fotometrice. Unități de măsură.
STAS 2849–55	Fotometrie. Terminologie și simboluri.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 230

Instrucțiuni pentru verificarea aparatelor electrice de măsurat

21–52	Instrucțiuni pentru verificarea contoarelor de inducție monofazate.
26–53	Instrucțiuni pentru verificarea voltmetrelor electromagnetice tehnice de tablou.
28–53	Instrucțiuni pentru verificarea ampermetrelor electromagnetice tehnice de tablou.
37–53	Instrucțiuni pentru verificarea șunturilor utilizate la aparatele de măsurat electrice și a cablurilor lor de legătură.
46–54	Instrucțiuni pentru verificarea voltmetrelor magnetoelectrice tehnice de tablou.
51–54	Instrucțiuni pentru verificarea ampermetrelor magnetoelectrice tehnice de tablou.
69–55	Instrucțiuni pentru verificarea transformatoarelor de curent.
75–55	Instrucțiuni pentru verificarea transformatoarelor de tensiune.
80–57	Instrucțiuni pentru verificarea contoarelor de inducție trifazate.
93–56	Instrucțiuni pentru verificarea wattmetrelor electrodinamice tehnice.
105–57	Instrucțiuni pentru verificarea transformatoarelor clește.
128–59	Instrucțiuni pentru verificarea voltmetrelor de laborator.
129–59	Instrucțiuni pentru verificarea elementelor Weston.
133–58	Instrucțiuni pentru verificarea ohmmetrelor magnetoelectrice.
150–60	Instrucțiuni pentru verificarea rezistențelor-etalon.
171–62	Instrucțiuni pentru verificarea lagometrelor magneto-electrice indicatoare de temperatură.
176–62	Instrucțiuni pentru verificarea milivoltmetrelor magnetoelectrice indicatoare pentru termocupluri.
177–62	Instrucțiuni pentru verificarea ansamblurilor termocuplu-milivoltmetru magnetoelectric indicator.
179–63	Instrucțiuni pentru verificarea generatoarelor de laborator pentru radio-frecvențe pînă la 30 MHz.
178–63	Instrucțiuni pentru verificarea fluxmetrelor cu traductor indicator.
190–64	Instrucțiuni pentru verificarea instalațiilor Epstein cu cadran de 50 cm.
196–65	Instrucțiuni pentru verificarea cutiilor de rezistențe.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 231

Aparate de măsurat mărimi electrice şi magnetice, cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori în port (F.R.I.)	Observaţii
1	Elemente Weston	1	O.S.M.
2	Galvanometre	F.R.I.	O.S.M.
3	Compensatoare etalon de curent continuu	2	O.S.M.
4	Compensatoare tehnice de curent continuu	1	—
5	Divizoare de tensiune de curent continuu	1	—
6	Bobine de rezistenţă etalon	1	O.S.M.
7	Cutii de rezistenţă etalon (pentru fiecare decadă)	2	O.S.M.
8	Cutii de rezistenţe tehnice (pentru fiecare decadă)	2	—
9	Rezistenţe adiţionale	acelaşi ca pentru aparatul respectiv	—
10	Şunturi pînă la 500 A inclusiv	idem	—
11	Şunturi peste 500 A	idem	—
12	Punţi simple etalon pentru măsurarea rezistenţei în curent continuu	1	O.S.M.
13	Punţi simple tehnice pentru măsurarea rezistenţei în curent continuu	2	—
14	Punţi cu fir calibrat	2	—
15	Punţi duble sau combinate etalon pentru măsurarea rezistenţei în curent continuu	1	O.S. M.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 231 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import (F.R.I.)	Observaţii
16	Punţi duble sau combinate tehnice pentru măsurarea rezistenţei în curent continuu	2	—
17	Punţi tehnice RLC de curent alternativ	2	—
18	Ohmmetre, megohmmetre	3	—
19	Capacităţi cu valoarea unică	2	O.S.M.
20	Cutii de capacităţi	2	O.S.M.
21	Ampermetre şi voltmetre etalon	1	O.S.M.
22	Ampermetre şi voltmetre tehnice clasa 0,5 şi 0,2	1	—
23	Ampermetre şi voltmetre clasa 1, 1,5 şi 2,5 inclusiv tehnice	2	—
24	Aparate universale de măsurat mărimi electrice (tensiune, intensitate, rezistenţă, inductanţă, capacitate)	2	—
25	Ampermetre şi voltmetre de tablou	2	—
26	Ampermetre şi voltmetre de bord	F.R.I.	—
27	Wattmetru etalon	1	O.S.M.
28	Wattmetre tehnice clasa 0,5 şi o,2	1	—
29	Wattmetre tehnice clasa 1, 1,5 şi 2,5	2	—
30	Wattmetre de tablou monofazate	2	—
31	Wattmetre de tablou trifazate	2	—
32	Cosfimetre etalon	2	O.S.M.
33	Cosfimetre de tablou	2	—
34	Cosfimetre tehnice	2	—
35	Frecvenţmetre etalon cu lamele sau ac indicator	1	O.S.M.
36	Frecvenţmetre cu lamele sau ac indicator	2	—
37	Transformator de tensiune şi curent, etalon, monofazat	2	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 231 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricație, reparație ori import (F.R.I.)	Observații
38	Transformatoare de curent și tensiune tehnice	2	—
39	Transformatoare stabile monofazate	8	—
40	Transformatoare stabile trifazate	8	—
41	Instalație monofazată de verificat contoare și wattmetre (exclusiv etaloanele)	3	O.S.M.
42	Instalații trifazate de verificat contoare și wattmetre (exclusiv etaloanele)	3	O.S.M.
43	Contoare etalon monofazate de energie electrică	1	O.S.M.
44	Contoare etalon trifazate de energie electrică	1	O.SM..
45	Contoare de energie electrică monofazate, verificate în laboratorul O.S.M.	5	O.S.M.
46	Contoare monofazate de energie electrică, stație categoria I (verificări simultane pînă la 10 bucăți inclusiv)	5	O.S.M.
47	Contoare monofazate de energie electrică, la reparatori categoria II (verificare simultană de la 11 la 20 bucăți inclusiv)	5	O.S.M.
48	Contoare monofazate de energie electrică la reparatori, stație categoria III (verificare simultană peste 20 bucăți)	5	O.S.M.
49	Contoare monofazate de energie electrică, la constructori	—	O.S.M.
50	Contoare trifazate de energie electrică, verificate în laboratorul O.S.M.	3	O.S.M.
51	Contoare trifazate de energie electrică la reparatori, stație categoria I (verificări simultane pînă la 6 bucăți inclusiv)	3	O.S.M.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 231 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termen maxim în ani, sau la fabricaţie, reparaţie ori import (F.R.I.)	Observaţii
52	Contoare trifazate de energie electrică la reparatori, staţie categoria II (verificări simultane, de la 7 la 15 bucăţi inclusiv)	3	O.S.M.
53	Contoare trifazate de energie electrică la reparatori, staţie categoria III (verificare simultană peste 15 bucăţi)	3	O.S.M.
54	Contoare trifazate de energie electrică la constructori	—	O.S.M.
55	Contoare de curent continuu	3	O.S.M.
56	Contoare de curent continuu cu şunt exterior	3	O.S.M.
57	Instalaţie Epştein pentru determinarea pierderilor magnetice în table silicioase	2	—
58	Instalaţie tip ferometru cu aparate de măsurat de tipul vectormetrului pentru determinarea caracteristicilor materialelor magnetice	2	—
59	Feroscop (cu tub catodic pentru determinarea caracteristicilor materialelor magnetice)	2	—
60	Ferotester pentru determinarea pierderilor magnetice în table silicioase	2	—
61	Fluxmetre cu ac indicator	2	—
62	Permeametre	5	—
63	Aparat pentru măsurarea intensităţii cîmpului magnetic	2	—
64	Magnetometre	2	—

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul

7 MĂRIMI TERMICE

1. TEMPERATURA

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Temperatură: mărime care caracterizează starea de încălzire a unui corp, a cărei valoare se stabileşte prin reperare, respectiv prin determinarea diferenţei de stare de încălzire faţă de o stare convenţională luată ca reper;

— *fenomene termometrice*: fenomene fizice (modificări în funcţie de temperatură a unor parametri de stare fizică) pe baza cărora se pot constitui mijloace de determinare a temperaturii (ex. variaţia volumului sau a presiunii, variaţia rezistenţei electrice, variaţia forţei electromotoare termoelectrice, variaţia radiaţiei luminoase e c.). Necesită, pentru alegere, existenţa unor relaţii de proporţionalitate bine cunoscute între temperatură şi modificările care le reprezintă, (ex. $Y = at + b$, unde Y = fenomenul termometric; t = temperatura; a şi b doi parametri ale căror valori se stabilesc în funcţie de două temperaturi fixe.

Bibliografie

Bărbulescu, N., Ţiţeica, R., Woinaroski, R., Eftimiu, C., Moisil, Gh. Timotin, A. Bîrcă-Gălăţeanu, N., Fizica, vol. I, Ed. Did. şi Ped. Bucureşti 1964

Delecourt, A. et, Turcan, J., Introduction à une deuxième étude de la physique, Ed. Dunod, Paris, 1948.

Gruzsniczki, F., Tehnica măsurării temperaturii, mărimilor calorice şi fotometrice. Ed. Did. şi Ped., Bucureşti, 1963.

Ivanovici Gh., Metrologie Generală şi Aplicată, Ed. Did. şi Ped, Bucureşti 1962.

Joyal, M., Cours de Physique, II, Chaleur, Ed. Masson, Paris, 1947.

• Lexiconul Tehnic Romîn, ed. II, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1962.

• Colecţia de Instrucţiuni O.S.M. de mijloace de măsurare a temperaturii.

• Colecţia de standarde de stat în domeniul mărimilor termice.

Scanned with OKEN Scanner

Interval de temperatură (θ): diferență de stare de încălzire. Un interval de temperatură în anumite condiții de referință poate servi la alcătuirea unei scări de temperatură (ex. diferența de stare de încălzire între punctul de topire al gheței și punctul de fierbere al apei, condiția de referință fiind presiunea normală).

Scară de temperatură: succesiune de valori într-un interval de temperatură după a cărui origină (punct zero) scările de temperatură se clasifică în scări convenționale și scări absolute. Distingem:

— *scara Celsius* (scara centesimală): scară convențională de temperatură având la bază intervalul de temperatură dintre punctul de topire al gheței la presiunea normală, căruia în mod convențional i s-a atribuit temperatura zero (origina scării) și punctul de fierbere al apei la presiunea normală, căruia convențional i s-a atribuit temperatura 100. În relațiile în care se utilizează scara Celsius, temperatura se notează t;

— *grad Celsius* (°C): unitate de măsură pentru temperatură în scara Celsius, egală cu a 100-a parte din intervalul acestei scări. Are valoare egală cu a unității S.I. (vezi gradul Kelvin,), fapt pentru care este permisă la folosirea în țara noastră;

— *scara Reaumur*: scară convențională de temperatură, având la bază intervalul de temperatură dintre punctul de topire al gheței și punctul de fierbere al apei, interval împărțit în 80 de părți;

— *grad Reaumur* (°R): unitate de măsură pentru temperatură în scara Réaumur, egală cu a 80-a parte din intervalul acestei scări. Nu este permisă la folosire în țara noastră (1°C = 0,8°R);

— *scara Fahrenheit* [1]): scară convențională de temperatură, având la bază intervalul de temperatură dintre punctul de topire al gheței căreia i s-a atribuit valoarea 32 și punctul de fierbere al apei, căruia i s-a atribuit valoarea 212, scara având deci o întindere de 212 părți, dintre care 180 de părți corespund intervalului de temperatură considerat;

— *grad Fahrenheit* (°F): unitate de măsură pentru temperatură, în scara Fahrenheit egal cu a 212-a parte din această scară, respectiv cu a 180-a parte din intervalul de temperatură care stă la baza acestei scări. Nu este permis la folosire în țara noastră (1°C = 1,8°F. Exemplu de transformare și exprimare în °F a temperaturii de 10°C: 10°C = 10 · 1,8 = 18°F. Pentru exprimare în °F a temperaturii calculate se adaugă 32°F, deci temperatura de 10°C corespunde temperaturii de 50°F);

— *scară termodinamică*: scară de temperatură la care intervalul de temperatură nu se mai stabilește prin proprietăți fizice de referință ale unui corp, ci prin schimburi de căldură (conform principiului al doilea al termodinamicii (Carnot) potrivit căruia raportul dintre cantitatea de

---

[1]) Este folosită în țările anglo-saxone.

Scanned with OKEN Scanner

căldură Q_1 primită de un corp de la un încălzitor și cantitatea de căldură Q_2 cedată de corp mediului înconjurător este egal cu raportul temperaturilor T_1 și T_2 ale încălzitorului și mediului înconjurător ($Q_1/Q_2 = T_1/T_2$). Rezultă că dacă se cunoaște (sau i se atribuie o valoare) uneia din temperaturi, de ex. T_1, se deduce valoarea lui T_2, în funcție de valoarea atribuită lui T_1 și valorile pe care le au cantitățile de căldură primită și cedată de corp, respectiv Q_1 și Q_2 ($T_2 = T_1 \cdot Q_2/Q_1$);

— *scară termodinamică absolută (scara Kelvin)*: scară de temperatură bazată pe principiul lui Carnot, al cărei punct zero (origină) este zero absolut [1]) (respectiv temperatura pentru care randamentul ciclului reversibil folosit ca mărime termometrică ar fi egal cu 1). În relațiile în care se utilizează scara Kelvin, temperatura se notează T;

— *grad Kelvin (°K)*: unitate de temperatură în scara termodinamică absolută. Este unitate fundamentală de temperatură în S.I. (Un grad Kelvin = un grad Celsius. $T°K = t°C + 273{,}15$);

— *scara de temperatură Rankine*:scară de temperatură asemănătoare scării termodinamice absolute de temperatură, bazată însă pe zero absolut al scării Fahrenheit, astfel că 0° Rankine = — 459,69°F. Nu este permisă în țara noastră. (Se utilizează în țările anglo-saxone);

— *scara internațională practică de temperatură*: scară de temperatură sancționată de Conferința Generală de măsuri și greutăți din 1948[2]) bazată pe șase puncte fixe de definiție (puncte principale) cărora li s-au atribuit valori considerate exacte la presiunea normală și din o serie de puncte fixe secundare, valorile fiind exprimate în grade Celsius [3]). Legătura dintre orice temperatură și indicațiile termometrelor etalonate cu ajutorul punctelor fixe se realizează prin formele de interpolare;

— *punctele fixe cu valorile lor*, la care ultima cifră zecimală reprezintă gradul de reproductibilitate, sînt:

---

[1]) Zero absolut coincide cu temperatura de —273,15°C. Se deduce din relația $p_t = p_0 (1 + \alpha t)$ în care p_t este presiunea unui gaz la temperatura t, p_0 — presiunea inițială, α = coeficientul de variație a presiunii $\left(\alpha = \frac{1}{273{,}15} \text{ pentru gazele perfecte}\right)$ și t, diferența dintre temperatura finală și temperatura inițială ($t = t_2 - t_1$). Dacă se consideră $t = -273{,}15°C$, atunci $p_t = 0$, adică volumul de gaz nu mai are presiune, fapt pentru care temperatura de —273,15°C a fost numită zero absolut. Scara de temperatură absolută este practic egală cu scara unui termometru cu hidrogen.

[2]) STAS 2100-51.

[3]) Temperatura în scara internațională de temperatură se notează cu simbolul t și se exprimă în grade Celsius, urmate de paranteza (int. 1948). Paranteza (int. 1948) poate să lipsească cînd înțelesul ei rezultă din context sau cînd precizia determinărilor nu o cere.

Scanned with OKEN Scanner

— temperatura de echilibru pentru oxigenul lichid și vaporii săi (punctul de fierbere al oxigenului): — 182,970°C;

— temperatura de echilibru între gheața și apa pură saturată cu aer (punctul de topire al gheței, punctul dublu punct fix fundamental): 0,0000°C. S-a înlocuit ulterior cu temperatura de echilibru între gheață, apa lichidă și vaporii de apă (punctul triplu al apei) + 0,01°C, admițîndu-se și folosirea punctului dublu al apei 0,0000°C (întrucît este la baza scării centesimale Celsius);

— temperatura de echilibru între apa pură lichidă și vaporii ei: 100,000°C;

— temperatura de echilibru între sulful lichid și vaporii lui (punctul de fierbere al sulfului): 444,600°C (mai ușor reproductibil decît punctul de fierbere al sulfului este punctul de solidificare al zincului, respectiv temperatura de echilibru între zincul solid și zincul lichid, cu valoarea atribuită de 419.505°C (int 1948). Există tendința de a înlocui ca punct fix principal punctul de fierbere al sulfului, care ar urma să rămînă punct secundar);

— temperatura de echilibru între argintul solid și argintul lichid (punctul de solidificare al argintului): 960,8°C;

— temperatura de echilibru între aurul solid și aurul lichid (punctul de solidificare al aurului): 1063,0°C.

— puncte fixe secundare (dintre cele mai reproductibile) în °C (int. 1948):

— temperatura de fierbere a bioxidului de carbon: —78,51°C;

— temperatura de solidificare a mercurului: —38,87°C;

— temperatura punctului triplu al acidului benzoic: 112,36°C;

— temperatura de fierbere a naftalinei: 218,0°C;

— temperatura de solidificare a staniului: 231,9°C;

— temperatura de solidificare a cadmiului: 320,9°C;

— temperatura de fierbere a mercurului: 356,58°C;

— temperatura de solidificare a zincului: 419,5°C;

— temperatura de solidificare a stibiului: 630,5°C;

— temperatura de solidificare a nichelului: 1453,0°C;

— temperatura de solidificare a platinei: 1769,0°C;

— temperatura de solidificare a rodiului: 1960°C;

— temperatura de solidificare a iridiului: 2443°C;

— temperatura de topire a wolframului: 3380°C.

Scanned with OKEN Scanner

B. *APARATE ETALON ŞI FORMULELE DE INTERPOLARE*

1. De la 0°C la punctul de solidificare a stibiului (630,5°C) temperatura t este determinată cu termometru-etalon cu rezistenţă de platină, cu ajutorul formulei

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

în care:

R_t este rezistenţa la temperatura t a firului de platină [1];

R_0 — rezistenţa aceluiaşi fir la temperatura de 0°C;

A şi B — constante determinate cu formula de mai sus, pe baza valorilor lui R_t la punctul de fierbere al apei şi al sulfului.

2. De la punctul de fierbere al oxigenului (—182,970°C) pînă la 0°C, se foloseşte tot termometrul-etalon cu rezistenţă de platină, însă cu ajutorul formulei:

$$R_t = R_0 \cdot [1 + At + B \cdot t^2 + C(t - 100) \cdot^3],$$

în care:

A, B şi C sînt constante determinate cu ajutorul formulei, pe baza valorilor lui R la punctul de fierbere al apei, sulfului şi oxigenului.

3. De la punctul de solidificare al stibiului (630,5°C) pînă la punctul de solidificare al aurului (1063°C), temperatura este determinată cu un pirometru-etalon cu termocuplu de platină şi platină rodiată, cu ajutorul formulei:

$$E_t = a + bt + ct^2,$$

în care: E_t este t.e.m. a termocuplului-etalon [2] cînd una dintre suduri este la 0°C şi cealaltă la temperatura t; a, b şi c — constante determinate cu ajutorul formulei de mai sus, pe baza valorilor lui E_t la punctele de solidificare ale stibiului şi aurului.

---

[1]) Firul de platină trebuie să fie maturizat, iar puritatea platinei să asigure ca raportul R_{100}/R_0 să fie mai mare ca 1,3910, aliajul trebuind să aibă un conţinut nominal (în greutate) de 90% platină şi 10% rodiu.

[2]) Termocuplul folosit se poate etalona şi prin comparaţie directă cu un termometru-etalon cu rezistenţă de platină, la o temperatură cuprinsă între 630,3 şi 630,7°C, folosind un vas în care (în interior) se află o temperatură uniformă. Termocuplul gata de folosire trebuie să dea la punctele de solidificare ale stibiului, argintului şi aurului t.e.m. astfel încît:

$-E_{Au} = 10300 + 50\,\mu V.$

$-E_{Au} - E_{Ag} = 1185 + 0{,}158\,(E_{Au} - 10310) \pm 3\,\mu V.$

$-E_{Au} - E_{Sb} = 4776 + 0{,}631\,(E_{Au} - 10310) \pm 5\,\mu V.$

Scanned with OKEN Scanner

4. Deasupra punctului de topire al aurului (1063°C), temperatura este determinată de un pirometru-optic-etalon, cu ajutorul formulei:

$$\frac{J_t}{J_{Au}} = \frac{\dfrac{C_2}{e^{\lambda (t_{Au} + T_0)} - 1}}{\dfrac{C_2}{e^{\lambda (T + T_0)} - 1}},$$

în care:

J_t și J_{Au} sînt energiile radiante cu lungimea de undă λ în intervalul unei unități de lungime de undă, emise în unitatea de timp de către unitatea de suprafață a unui corp negru la temperatură t și, respectiv, la punctulde solidificare al aurului t_{Au};

C_2 — constantă, cu valoarea 1,438 cm·grd;

T_0 — temperatura punctului de topire al gheței, în °K;

λ — o lungime de undă din spectrul vizibil;

e — baza logaritmilor naturali (neperien).

C. *APARATE DE MĂSURAT TEMPERATURA*

Termometre de laborator, cu lichid, din sticlă sau cuarț. Sînt bazate pe dilatarea aparentă a unui lichid termometric și au diviziuni mai mici decît 0,5°C. Sînt considerate termometre de laborator și cele cu destinații speciale, pentru care se cer și se emit buletine de comparație cu corecțiile de aplicat la citirea indicațiilor. Pot fi: din capilar masiv și tubular; cu imersie totală și parțială; cu lichid care udă sticla și cu lichid care nu udă sticla. După destinație, pot fi: de uz general; pentru substanțe petrolifere; calorimetrice (Beckmann etc); meteorologice (de maximă și minimă etc); viscozimetrice. Domenii de gradare: a) cele cu lichid care udă sticla, — 190°C ... + 30°C cu pentan, —120°C ... + 30°C cu eter de petrol, — 80°C ... + 70°C cu alcool, — 80°C ... + 100°C cu toluen, — 40°C ... + 120°C cu xilen; b) cele cu lichid care nu udă sticla, — 35°C ... + 360°C cu mercur, — 59°C ... + 360°C cu amalgam de taliu, 0°C ... + 1100°C cu galiu.

Condiții tehnice și metrologice. Sticla: să fie termometrică sau din cuarț, cu coeficient de dilatare în volum max $2{,}55 \cdot 10^{-5}$ grd^{-1}, depresiunea punctului 0°C să nu depășească 0,05°C și deplasarea punctului zero după îmbătrînirea artificială a rezervorului la încălzirea pînă la 200°C să nu depășească 0,3°C, la încălzirea pînă la 300°C să nu depășească 0,5°C iar peste 300°C, să nu depășească 0,7°C, ascensiunea lentă a punctului zero în procesul de îmbătrînire naturală la temperatura de 20±10°C trebuind să nu depășească 0,03°C; să se încadreze în clasele hidrolitice 1 ... 3 (Mylius, STAS 817-59). Tubul capilar: să

Scanned with OKEN Scanner

aibă la baza superioară o umflătură alungită sau în formă de pară, să aibe secțiunea în formă de cerc, de oval sau de triunghi cu marginile rotunjite, să aibe introdus sub presiune după umplerea cu lichid termometric, un gaz inert; la cele tubulare, capilarul să fie așezat paralel cu axa tubului în toată lungimea, la distanță de max 1 mm de placa scării gradate de care să fie legat cu fir metalic 0,2 ... 0,3 mm acoperit cu lac. Gradarea: numai în scara de temperaturi Celsius; valoarea unei diviziuni poate fi 0,01; 0,02; 0,05; 0.1; 0,2°C, la cele cu destinație specială putînd fi și de 0,5; 1 sau 2°C; reperele trebuie să fie perpendiculare pe axa tubului capilar cu extremitățile (celor de aceeași categorie) pe aceeași generatoare, să înceapă de la cel puțin 10 mm de la partea superioară a rezervorului și de la partea inferioară a umflăturilor, distanța între ele min. 0,7 mm, grosimea max. 0,15 mm și lungimile cele din tabela 232. Numerotarea: deasupra reperelor corespunzătoare, unitățile în dreapta capilarului și zecile în stînga acestuia, sutele de grade putînd fi marcate de-a lungul scării; la partea superioară să fie imprimat simbolul unității: °C; imersiunea parțială (după caz) să fie delimitată printr-un semn sau umflătură circulară a capilarului, pe dos fiind menționată în milimetri, măsurarea începînd de la fundul rezervorului. Erori tolerate: cele din tabela 233. Inscripții: emblema întreprinderii constructoare, denumirea termometrului, specificarea imersiunii și a adîncimii, calitatea sticlei cu indicarea standardului, temperatura la gradare (la cele cu imersiune totală), numărul și anul fabricației. Verificarea indicațiilor: în băi termostate, prin comparare cu un termometru etalon, la cel puțin 5 puncte de pe scara gradată dacă domeniul de măsurare este pînă la 200°C, la cîte 2 puncte în plus pentru fiecare alte 100°C, termometrele introducîndu-se verticale, la o temperatură apropiată de cea a băii, citirile făcîndu-se cu lupa sau luneta de citire. La 0°C verificarea se face fără termometru-etalon ținînd termometrele 10 minute în gheață apoi se face citirea. La verificarea la 100°C, după spălarea cu alcool și apă distilată urmată de ștergere, se introduce în baie și se ține timpul necesar prelucrării temperaturii (pînă la o oră) și se face citirea, care trebuie să fie corectată. Corecții aplicate. a) Corecția în funcție de presiunea atmosferică în momentul citirii pentru obținerea presiunii finale p cu ajutorul căreia se determină temperatura de fierbere t_p a apei corespunzătoare acestei presiuni:

$$p = (p_0 + C_M)\ (1 - 0{,}00259\ \cos 2\lambda - 2 \cdot 10^{-7}\ H)$$

$$t_p = 100 + 28{,}012\left(\frac{p}{760} - 1\right) - 11{,}64\left(\frac{p}{760} - 1\right)^2 + 7{,}1\left(\frac{p}{760} - 1\right)^3$$

în care:
p este presiunea corectată; H altitudinea, în m față de nivelul mării; λ — latitudinea, în grade; C_M — corecția de capilaritate, în mm (tabela 234, în funcție de înălțimea meniscului și diametrul tubului barometrului);

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 232

Lungimea reperelor termometrelor

Valoarea diviziunii °C	Felul reperului	Termometre tubulare	Termometre din capilar masiv
0,01	0,01 0,05 0,1	1/3 din lăţimea scării 2/3 idem pe toată lăţimea scării	
0,02	0,02 0,1 0,5 şi 1	1/3 din lăţimea scării 1/2 idem pe toată lăţimea scării	
0,05	0,05 0,1 0,5 şi 1	1/3 din lăţimea scării 1/2 idem pe toată lăţimea scării	
0,1	0,1 0,5 1	1/3 din lăţimea scării 2/3 idem pe toată lăţimea scării	1/6 din perimetrul capilarului 1/4 idem 1/3 idem
0,2	0,2 1 5 şi 10	1/3 din lăţimea scării 1/2 idem pe toată lăţimea scării	1/6 din perimetrul capilarului 1/4 idem 1/3 idem
0,5	0,5 1 5 şi 10	1/3 din lăţimea scării 1/2 idem pe toată lăţimea scării	1/6 din perimetrul capilarului 1/4 idem 1/3 idem
1	1 5 10	1/3 din lăţimea scării 2/3 idem pe toată lăţimea scării	1/6 din perimetrul capilarului 1/4 idem 1/3 idem
2	2 10	1/2 din lăţimea scării pe toată lăţimea scării	1/4 din perimetrul capilarului 1/3 idem

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 233

Erori tolerate în funcție de valoarea diviziunii pentru diferite intervale de temperatură

Valoarea diviziunii grade Celsius	Intervale de temperatură, în °C							
	−190... −59	−59 ...0	0...50	50 ... 100	100 ... 200	200 ... 300	300... 400	peste 400
	Erori tolerate la termometrele de laborator, în °C							
0,01	—	—	± 0,02	± 0,02	—	—	—	—
0,02	—	—	± 0,04	± 0,04	—	—	—	—
0,05	—	± 0,15	± 0,1	± 0,15	—	—	—	—
0,1	—	± 0,3	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	—	—
0,2	—	± 0,4	± 0,2	± 0,3	± 0,4	± 0,8	± 1,2	—
0,5	± 2	± 0,75	± 0,5	± 1	± 1,5	± 1,5	± 2,5	—
1	± 3	± 1	± 1	± 1	± 2	± 2,5	± 3	± 4
2	± 4	± 2	± 2	± 2	± 2	± 3	± 4	± 5

Tabela 234

Corecțiile de capilaritate

Diametrul tubului mm	Înălțimea meniscului, în mm							
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
4	0,83	1,22	1,54	1,93	2,37	—	—	—
5	0,46	0,65	0,86	1,19	1,45	1,80	—	—
6	0,28	0,41	0,56	0,78	0,98	1,21	1,43	—
7	0,18	0,28	0,40	0,53	0,67	0,82	0,97	1,13
8		0,20	0,29	0,38	0,46	0,56	0,65	0,77
9		0,15	0,25	0,28	0,33	0,40	0,46	0,52
10			0,21	0,20	0,25	0,29	0,33	0,37
11			0,10	0,14	0,18	0,21	0,24	0,26
12			0,07	0,10	0,13	0,15	0,18	0,10
13			0,04	0,07	0,10	0,12	0,13	0,14

Scanned with OKEN Scanner

p_0 — presiunea atmosferică, în mm, redusă de la temperatura camerei la temperatura de 0°C ($p_0 = p_{citit} - 0{,}000163\ t$ unde p_{citit} este presiunea citită la barometru și t temperatura citită la termometrul barometrului. b) Corecția de capilaritate care se aplică în cazul cînd nu se poate cufunda termometrul pînă la punctul care indică temperatura măsurată.

$$C_i = \gamma (t - t_1)\ n$$

C_i este corecția de imersiune, în grade Celsius; γ — coeficientul de dilatare aparentă a lichidului termometric în sticlă (pentru amalgam de taliu și pentru mercur = 0,00016, pentru toluen = 0,00107, pentru alcool etilic = 0,00103, pentru pentan = 0,00090); t_1 — temperatura medie a coloanei neimersate (se determină cu un termometru auxiliar al cărui rezervor se prinde la jumătatea coloanei neimersate); n — numărul de grade de pe coloana neimersată, de la partea de sus a coloanei de lichid din capilar, pînă la suprafața lichidului din baia termostat; c) Corecția diferenței de temperatură la gradarea tijei diferită de temperatura tijei la utilizare (dacă este cazul), se calculează cu formula:

$$\Delta = \gamma (t' - t'')\ n$$

în care: Δ este corecția de temperatură a coloanei; γ — coeficient de dilatare a lichidului termometric; t' — temperatura tijei la gradare; t'' — temperatura medie a tijei în timpul măsurării. Eroarea termometrului verificat se stabilește cu relația:

$$e = t_2 - t_1'$$

în care: t_1' este valoarea corectată a indicației termometrului etalon (indicația + corecția din certificat), t_2 — indicația termometrului verificat. Verificările se fac inițial și anual la cele etalon cu valoarea diviziunii de 0,1°C și mai mică, inițial și la doi ani, la cele etalon cu valoarea diviziunii de 0,2°C, inițial și la trei ani la toate celelalte de laborator. Marca se aplică așa fel în cît să nu împiedice citirea indicațiilor. La cele etalon (și la cele de laborator la cerere) se eliberează buletine de comparație.

Termometre tehnice de sticlă, cu lichid, au clasificările similare cu ale celor de laborator, idem condițiile tehnice, la cele cu tije lungă tubul capilar putîndu-se fixa în interiorul tijei, sub scara gradată, cu o rondea de plută. Scara gradată poate fi divizată în 0,5; 1; 2; 5 sau 10 grade Celsius, numerotarea putîndu-se face din 10 în 10 grade la cele cu diviziuni de 0,5°C, din 20 în 20 grade la cele cu diviziuni de 2°C, din 50 în 50 grade la cele cu valoarea diviziunii de 5°C și din 100 în 100 grade, la cele cu valoarea diviziunii de 10°C. Erorile tolerate: pentru cele cu

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 235

Temperatura de fierbere a apei, în °C, la diferite presiuni

Presiunea mm Hg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
680	96,9137	9 541	9 944	0 347	0 750	1 152	1 553	1 954	2 355	2 755
690	97,3154	3 553	3 952	4 350	4 748	5 145	5 542	5 938	6 334	6 729
700	97,7124	7 518	7 912	8 305	8.698	9 091	9 483	9 875	0 266	0 656
710	98,1047	1 436	1 825	2 214	2 603	2 991	3 378	3 765	4 152	4 538
720	98,4924	5 309	5 694	6 078	6 462	6 846	7 229	7 611	7 994	8 375
730	98,8757	9 138	9 518	9 898	0 278	0 657	1 036	1 414	1 792	2 169
740	99,2546	2 923	3 299	3 675	4 050	4 425	4 800	5 174	5 548	5 921
750	99,6294	6 666	7 038	7 410	7 781	8 152	8 522	8 892	9 262	9 631
760	100,0000	0 368	0 736	1 104	1 471	1 838	2 204	2 571	2 936	3 301
770	100,3666	4 031	4 395	4 758	5 122	5 485	5 487	6 209	6 571	6 932
780	100,7293	7 654	8 014	8 374	8 733	9 092	9 451	9 809	0 167	0 525
790	101,0882	1 239	1 595	1 951	2 307	2 662	3 017	3 372	3 726	4 080
800	101,4433	4 786	5 139	5 491	5 343	6 195	6 546	6 897	7 248	7 598

Scanned with OKEN Scanner

lichide care nu udă sticla sînt indicate în tabela 236, iar pentru cele care udă sticla, în tabela 237. Verificarea indicațiilor: în băi termostat, prin comparare cu un termometru etalon, la cel puțin 4 puncte egal repartizate și la cîte două puncte suplimentare la cele care depășesc 200°C. În domeniul —190°C ... —80°C se folosește un criostat, alcool etilic, vas Dewar în care se pune aer lichid, creșterea lentă a temperaturii fiind de cel mult un grad în 10 minute. În domeniul —70°C ... 0°C se folosește un criostat, un vas Dewar umplut cu alcool peste care se adaugă bioxid de carbon solid (zăpadă carbonică). În domeniul 0°C .. ...+90°C se folosește baie termostat cu apă. În domeniul + 90°C ...+250°C se folosește baie termostat cu ulei de cilindru rafinat sau cu ulei de palmier. În domeniul + 250°C ... + 600°C se folosește o baie cu amestec de 50% azotat de sodiu și 50% azotat de potasiu, baia trebuind să fie riguros plină. Erorile se calculează cu relația $e = T_v - T_c$, în care e este eroarea termometrului de verificat, T_c — valoarea corectată (cu

Tabela 236

Erorile tolerate la indicațiile termometrelor tehnice cu lichide care nu udă sticla

Domeniul de măsurare °C	Valoarea diviziunii în °C			
	0,5	1	2	5 sau 10
	Erori tolerate, °C			
— 59...0	± 0,75	± 1	± 2	—
0... + 100	± 0,5	± 1	± 2	± 5
+100... + 200	± 1	± 2	± 3	± 5
+200... + 300	± 1,5	± 2,5	± 4	± 5
+300... + 400	—	± 3	± 4	± 10
+400... + 500	—	± 4	± 5	± 10
Peste + 500	—	—	± 6	± 10

Tabela 237

Erorile tolerate la indicațiile termometrelor tehnice cu lichide care udă sticla

Domeniul de măsurare °C	Valoarea diviziunii, în °C				
	0,5	1	2	5	10
	Erori tolerate, în °C				
— 190... — 60	—	± 3	± 4	± 7,5	± 10
— 60... 0	± 1	± 2	± 4	± 7,5	± 10
0... + 50	± 1	± 1	± 2	± 5	± 7,5
+ 50... + 100	± 1	± 2	± 3	± 5	± 7,5
+ 100... + 200	—	± 3	± 4	± 7,5	± 10

Scanned with OKEN Scanner

corecția din certificat) a termometrului etalon și T_v — temperatura citită pe termometrul de verificat. Verificările se fac inițial și la trei ani, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 13-62, marca aplicîndu-se în așa fel în cît să nu împiedice citirea indicațiilor.

Termometre maximale medicale care pot fi: umane obișnuite, cu domeniul 35°C ... 42°C, umane pentru nașteri premature cu domeniul 35°C ... 42°C, veterinare cu domeniul 37°C ... 42°C; valoarea diviziunii, la toate tipurile, 0,1°C. Distanța între două repere succesive trebuie să fie min. 0,6 mm, la cele din capilar masiv gradarea fiind pe partea superioară a capilarului, la cele tubulare, pe o placă metalică sau din sticlă mată. Numerotarea se face pentru fiecare grad întreg, reperul și numărul 37 la cele umane și reperul și numărul 39 la cele veterinare fiind colorate în roșu. Erori tolerate (constatate după preluarea temperaturii la care se verifică și răcirea la 25 ± 2°C): + 0,10°C ...—0,15°C la cele umane și pentru nașteri și + 0,15°C ... — 0,20°C. la cele veterinare. Prin centrifugare timp de 20 secunde la o accelerație centrifugală de 350 m/s² coloana de mercur trebuie să coboare sub primul reper numerotat. Inscripții: pe spatele scării gradate la cele tubulare și pe spatele capilarului la cele cu capilar masiv, denumirea sau emblema producătorului, indicația MAXIMUM 1/10°C; în plus, la cele veterinare, inscripția VETERINAR. Verificarea indicațiilor: în băi termostate cu apă, prin comparație cu indicațiile unui termometru etalon. Verificările se fac numai inițial (fabricație și import) în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 3-62, marca aplicîndu-se în așa fel, încît să nu împiedice citirile.

Termometre de baie terapeutică: termometre cu lichid altul decît mercur, cu limitele scării gradate 0°C și + 50°C și valoarea diviziunii 0,5 sau 1°C, reperele 35 și 40°C trasate cu roșu. Distanța între două repere succesive: cel puțin 1,2 mm. Grosimea reperelor: maximum 0,2 mm. Numerotarea: din 10 în 10 grade. Sînt introduse într-un cadru de lemn cu lungimea 185 ± 5 mm, iar lățimea și grosimea 25 ± 2 mm, decupat în dreptul scării gradate și în dreptul rezervorului. Fixarea termometrului în cadrul de lemn: cu dop de plută sau alt material corespunzător. Inscripții: la partea superioară, cu roșu, °C, iar pe spatele scării gradate, denumirea sau emblema întreprinderii producătoare, cuvintele TERMOMETRU DE BAIE TERAPEUTICĂ, numărul de ordine și anul de fabricație. Erori tolerate: ± 0,5°C la cele cu valoarea diviziunii 0,5°C și ± 1°C la cele divizate din grad în grad. Verificarea indicațiilor: în baie de apă, prin comparație cu indicațiile unui termometru etalon. Verificările se fac numai inițial, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 2-62, marcarea făcîndu-se pe corpul termometrului astfel în cît să nu împiedice citirile.

Scanned with OKEN Scanner

Termometre manometrice: termometre bazate pe variaţia cu temperatura, fie a volumului unui lichid, fie a presiunii unui gaz sau a vaporilor saturaţi ai unui lichid, care determină deformarea elastică a unui tub manometric spiral sau elicoidal care deplasează unghiular un ac indicator în faţa unei scări gradate în grade Celsius. Pot fi: cu tub de protecţie rigid sau flexibil, cu capilar de compensare sau cu compensator bimetalic, indicatoare, înregistratoare, semnalizatoare, termoregulatoare (sau cu diferite combinaţii). În general sînt alcătuite conform schemei (fig. 249) în care *1* este rezervorul, *2* capilarul prin care se face legătura cu tubul manometric, *3* un dispozitiv de transformare a mişcării tubului manometric în mişcare unghiulară *4* a acului indicator *5*, dispozitivul indicator putînd fi cu ac şi cadran cu scară gradată sau un dispozitiv înregistrator. Cele cu variaţie de volum se pot umple cu xilen (pentru domeniul —40... ... + 320°C), cu alcool (— 50 ... + 320°C) cu hexan (— 80 ... + 320°C), cu mercur (—35 ... + 600°C), cu amalgam de taliu (—55 ... + 600°C). Cele cu vapori saturanţi (de presiune) sînt umplute pînă la circa 2/3 cu lichidul utilizat, deasupra lichidului fiind numai vaporii acestuia, aerul fiind îndepărtat, lichidul putînd fi: clorură de metil (0 ... 120°C), butan (+ 20 ... + + 150°C), clorură de etil (+ 30 ... + 120°C), eter etilic (+60 ...+ 160°C), alcool etilic (+ 100 ... + 220°C), apă (+ 150 ... + 250°C) anilină (+ 200 ... + 350°C) etan şi propan (—40...0°C). Cele (de presiune) cu gaze, pot fi umplute cu azot, argon, bioxid de carbon etc, limitele scării gradate fiind — 60°C şi + 600°C.

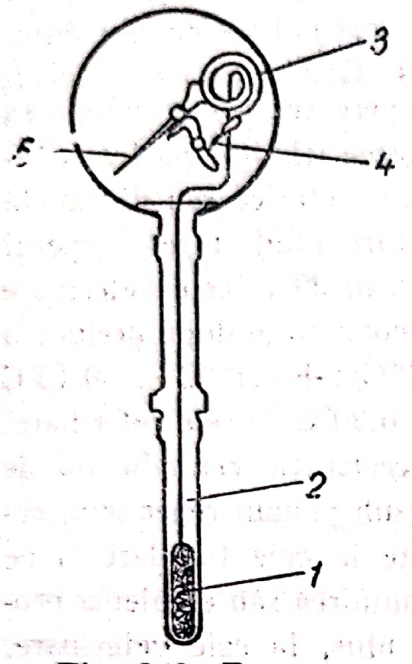


Fig. 249. Termometrul manometric.

Condiţii de funcţionare şi metrologice. Indicatorul de temperatură nu trebuie să fie sensibil la variaţia presiunii atmosferice şi să nu înregistreze variaţiile de temperatură ale mediului ambiant. Gradarea poate să fie din 0,5 în 0,5, din 1 în 1, din 2 în 2, din 5 în 5 sau din 10 în 10 grade Celsius. Distanţa între două repere succesive trebuie să fie minimum 2 mm şi maximum 8 mm pe toată scara gradată, numerotarea să fie din 5 în 5 sau din 10 în 10 la cele cu diviziunea de 0,5°C sau 1°C, din 10 în 10 la cele cu diviziunea de 2°C, din 20 în 20 sau din 50 în 50, la cele cu diviziunea de 5°C sau 10°C. Grosimea reperelor numerotate trebuie să fie de maximum 1 mm şi a celorlalte de maximum 0,2 mm. Acul indicator trebuie să se găsească la 3 ± 1 mm de cadran. Linia de înregistrare înscrisă de peniţă (la cele înregistratoare) nu trebuie să fie mai groasă de

Scanned with OKEN Scanner

0,6 mm şi trebuie să nu se abată cu mai mult de 0,5 mm de la liniile concentrice sau linia verticală. Eroarea duratei de desfăşurare a diagramei (la cele înregistratoare) cu peniţa aplicată, nu trebuie să depăşească în 24 ore la cele acţionate cu mecanism de ceasornic $\pm$ 5 min şi $\pm$ 15 min la cele acţionate cu motor electric sincron (50 $\pm$ 0,5 Hz şi 120 sau 220 V). La cele semnalizatoare, eroarea de conectare, adică diferenţa dintre temperatura indicată de acul indicator şi de indicatorul de limită în momentul apariţiei semnalului, este maximum $\pm$ 2% din intervalul de măsurare. La cele manometrice, cu valoarea diviziunii de 2°C, eroarea tolerată este $\pm$ 2 diviziuni; la cele cu valoarea diviziunii de 5°C sau mai mare, $\pm$ 1 diviziune; la cele cu vapori saturanţi cu valoarea diviziunii de 5°C sau mai mare, $\pm$ 1,5 diviziuni pentru prima treime a scării gradate şi $\pm$ 1 diviziuni pentru restul scării, iar dacă în prima treime a scării au valoarea diviziunii mai mare decît în restul scării, eroarea tolerată este $\pm$ 1 diviziune. Inscripţii: denumirea întreprinderii producătoare, „termometru manometric (cu indicarea tipului"), numărul şi anul de fabricaţie simbolul °C. Verificarea indicaţiilor se face în băi termostate (vezi la termometre tehnice) prin comparaţie cu indicaţiile unui termometru etalon. Verificările se fac iniţial şi la trei ani, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 24-62, marca aplicîndu-se pe plumbul din locaşul de marcare.

Termometre cu rezistenţă: aparate de măsurat temperatura bazate pe proprietatea conductoarelor metalice de a-şi modifica rezistenţa electrică în funcţie de variaţia temperaturii la care sînt menţinute, domeniile de utilizare fiind funcţie de caracteristicile electrice ale metalelor (platină, cupru, nichel, fier) din care sînt confecţionate conductoarele, care sînt elementele lor sensibile, aşa cum se indică în tabela 238. Pot fi: etalon, de laborator, tehnice, cu unul, două sau mai multe elemente sensibile, cu două sau cu patru fire de ieşire, de imersie sau de suprafaţă, cu inerţie termică mică (constanta de timp pînă la 15 s), medie (constanta de timp pînă la 90 s), mare (constanta de timp pînă la 240 s), obişnuite sau rezistente la vibraţii şi şocuri, fixe sau portabile. Sînt compuse din următoarele părţi principale (fig. 250): element sensibil *1*; fire de ieşire *2*, tuburi de protecţie *3* şi cutie de conexiuni *4*. Prin conductoarele de legătură *5* cu rezistenţă de corectare *6* se face legătura la aparatul electric *8* care măsoară variaţia rezistenţei pe care o indică direct în unităţi de temperatură, alimentarea fiind făcută la o sursă *7*. Elementul sensibil care este înfăşurat pe un suport cu rezistenţă electrică mare, preferabil din cuarţ, trebuie să fie confecţionat din metale pure cu coeficient mediu de temperatură α foarte mare, a cărui valoare se determină cu relaţia:

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100\, R_0},$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 238

Caracteristici ale termometrelor tehnice cu rezistenţă

Metalul din care este confecţionat elementul sensibil al termometrelor cu rezistenţă	Diametrul sîrmei pentru elementul sensibil mm	Rezistenţa specifică Ωmm²/m	Valoarea nominală a rezistenţei la temperatură de 0°C Ω	Valoarea raportului $\frac{R_{100}}{R_0}$	Coeficientul mediu de temperatură al rezistenţei pentru intervalul 0°C...100°C 1/grd	Limitele de utilizare (°C)	
						de la	pînă la
Platină	0,05	0,0981	46 100	1,391	$3,91 \cdot 10^{-3}$	—200	+ 650
Cupru	0,1	0,017	53 100	1,426	$4,26 \cdot 10^{-3}$	— 50	+ 180
Nichel	0,05	0,12	100	1,617	$6,17 \cdot 10^{-3}$	— 50	+ 180

Observaţii.

1. Tabela 238 se referă la metalele cele mai frecvent folosite la construirea termometrelor tehnice cu rezistenţă. Datele înscrise pentru diferite valori sînt în funcţie de diametrul sîrmei pentru elementul sensibil.

2. La verificare, ţinîndu-se seama de aceste valori, este absolut necesar ca diametrele sîrmelor pentru elementele sensibile să fie realizate corespunzător.

Scanned with OKEN Scanner

în care R_0 și R_{100} sînt rezistențe electrice la temperatura de 0°C și 100°C. Raportul valorilor rezistenței electrice la temperatura de 100°C și 0°C condiționează calitatea elementelor sensibile și trebuie să nu depășească ero-

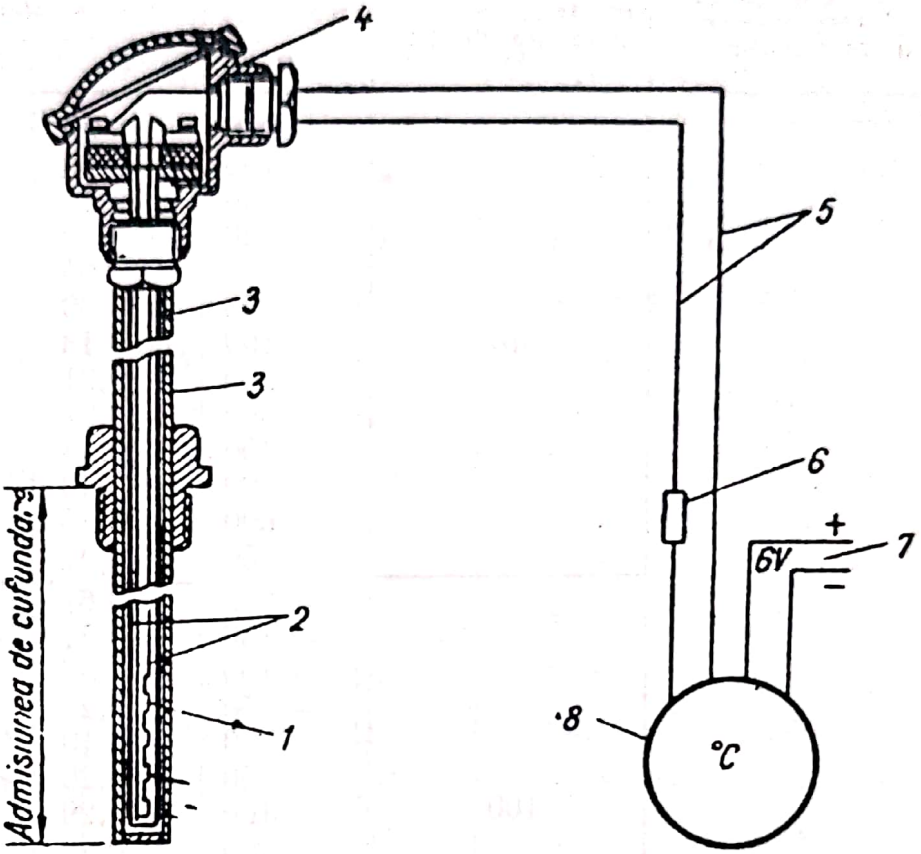


Fig. 250. Termometrul cu rezistență.

rile tolerate indicate în tabela 239. Rezistența electrică a termometrelor care la temperatura de 0°C are valorile indicate în tabela 240, trebuie să aibă în intervalul de utilizare valorile din tabelele 241, 242, 243, 244, 245. Diametrul firelor pentru elementul sensibil: platină, 0,05 mm; 0,1 mm, cupru; 0,05 mm, nichel. Firele de ieșire se fac din sîrmă de cupru cositorită sau din argint, cu diametrul minim 0,5 mm și trebuie să aibe rezistența electrică de ordinul 0,1% din valoarea nominală a rezistenței elementului sensibil la temperatura de 0°C la cele din platină și de 0,2% la cele din alte metale.

Tabela 239

Erori tolerate raportului R_{100}/R_0

Metalul din care este confecționat elementul sensibil al termometrelor de rezistență	Valoarea nominală a rezistenței electrice la 0°C Ω	$\frac{R_{100}}{R_0}$	Eroarea tolerată a raportului $\frac{R_{100}}{R_0}$
Platină	46	1,391	± 0,001
	100	1,391	± 0,001
Cupru	53	1,426	± 0,002
	100	1,426	± 0,002
Nichel	100	1,617	± 0,002

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 240

Valorile rezistențelor și erorile tolerate la termometrele tehnice cu rezistență

Metalul din care este confecționat elementul sensibil al termometrelor cu rezistență	Valoarea nominală a rezistenței electrice la temperatura de 0°C Ω	Temperatura, °C	Eroarea tolerată a termometrelor cu rezistență	
			Ω	°C
Platină	46	— 200	± 0,30	± 1,50
		— 150	± 0,23	± 1,20
		— 100	± 0,19	± 0,90
		— 50	± 0,09	± 0,50
		0	± 0,05	± 0,30
		50	± 0,09	± 0,50
		100	± 0,13	± 0,75
		200	± 0,21	± 1,20
		300	± 0,27	± 1,65
		400	± 0,34	± 2,10
		500	± 0,40	± 2,55
		600	± 0,45	± 3,00
		650	± 0,51	± 3,45
	100	— 200	± 0,61	± 1,50
		— 150	± 0,51	± 1,20
		— 100	± 0,37	± 0,90
		— 50	± 0,20	± 0,50
		0	± 0,10	± 0,30
		50	± 0,20	± 0,50
		100	± 0,29	± 0,75
		200	± 0,45	± 1,20
		300	± 0,60	± 1,65
		400	± 0,74	± 2,10
		500	± 0,80	± 2,55
		600	± 0,98	± 3,00
		650	± 1,11	± 3,45
Cupru	53	— 50	± 0,11	± 0,5
		0	± 0,07	± 0,3
		50	± 0,11	± 0,5
		100	± 0,21	± 0,9
		150	± 0,27	± 1,2
		180	± 0,32	± 1,4
	100	— 50	± 0,21	± 0,5
		0	± 0,13	± 0,3
		50	± 0,21	± 0,5
		100	± 0,38	± 0,9
		150	± 0,51	± 1,2
		180	± 0,60	± 1,4
Nichel	100	— 50	± 0,7	± 0,3
		0	± 0,2	± 0,2
		50	± 0,7	± 0,4
		100	± 1,2	± 0,8
		150	± 1,3	± 1,1
		180	± 1,5	± 1,3

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 241

Rezistența, în ohmi, a termometrelor cu rezistență de platină ($R_0 = 46{,}00\ \Omega$) la temperaturi din 10°C în 10°C, cuprinse între — 200°C și + 650°C

Temperatura °C	Rezistența Ω	Temperatura °C	Rezistența Ω	Temperatura °C	Rezistența Ω
— 200	7,95	90	62,21	380	111,48
— 190	9,96	100	63,99	390	113,10
— 180	11,95	110	65,76	400	114,72
— 170	13,93	120	67,52	410	116,32
— 160	15,90	130	69,28	420	117,93
— 150	17,85	140	71,03	430	119,52
— 140	19,79	150	72,78	440	121,11
— 130	21,72	160	74,52	450	122,70
— 120	23,63	170	76,26	460	124,28
— 110	25,54	180	77,99	470	125,86
— 100	27,44	190	79,71	480	127,43
— 90	29,33	200	81,43	490	128,99
— 80	31,21	210	83,15	500	130,55
— 70	33,08	220	84,86	510	132,10
— 60	34,94	230	86,56	520	133,65
— 50	36,80	240	88,26	530	135,20
— 40	38,65	250	89,96	540	136,73
— 30	40,50	260	91,64	550	138,27
— 20	42,34	270	93,33	560	139,79
— 10	44,17	280	95,00	570	141,32
0	46,00	290	96,68	580	142,83
10	47,82	300	98,34	590	144,34
20	49,64	310	100,01	600	145,85
30	51,45	320	101,65	610	147,55
40	53,26	330	103,31	620	148,84
50	55,06	340	104,96	630	150,33
60	56,86	350	106,60	640	151,81
70	58,65	360	108,23	650	153,30
80	60,43	370	109,86		

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 242

Rezistența, în Ω, a termometrelor cu rezistență de platină (R_0 = 100,00 Ω) la temperaturi, din 10°C în 10°C, cuprinse între —200°C și + 650°C

Temperatura °C	Rezistența Ω	Temperatura °C	Rezistența Ω	Temperatura °C	Rezistența Ω
— 200	17,28	90	135,24	380	242,36
— 190	21,35	100	139,10	390	245,88
— 180	25,98	110	142,95	400	249,38
— 170	30,29	120	146,78	410	252,88
— 160	34,56	130	150,60	420	256,36
— 150	38,80	140	154,41	430	259,83
— 140	43,02	150	158,21	440	263,29
— 130	47,21	160	162,00	450	266,74
— 120	51,38	170	165,78	460	270,18
— 110	55,52	180	169,54	470	273,60
— 100	59,65	190	173,29	480	277,01
— 90	63,75	200	177,03	490	280,41
— 80	67,84	210	180,76	500	283,60
— 70	71,91	220	184,48	510	287,18
— 60	75,96	230	188,18	520	290,55
— 50	80,00	240	191,88	530	293,91
— 40	84,03	250	195,56	540	297,25
— 30	88,04	260	199,23	550	300,58
— 20	92,04	270	202,89	560	303,90
— 10	96,03	280	206,53	570	307,21
0	100,00	290	210,17	580	310,50
10	103,96	300	213,79	590	313,79
20	107,91	310	217,40	600	317,06
30	110,85	320	221,00	610	320,32
40	115,78	330	224,59	620	323,57
50	119,70	340	228,17	630	326,80
60	123,60	350	231,73	640	330,03
70	127,49	360	235,29	650	333,25
80	131,37	370	238,63		

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 243

Rezistența, în ohmi, a termometrelor cu rezistență de nichel (R_0 = 100,0 Ω) la temperaturi, din 10°C în 10°C, cuprinse între —50°C și + 180°C

Temperatura °C	Rezistența Ω	Temperatura °C	Rezistența Ω
— 50	74,2	70	141,7
— 40	79,1	80	148,2
— 30	84,1	90	154,9
— 20	89,3	100	161,7
— 10	94,6	110	168,7
0	100,0	120	175,9
10	105,6	130	183,3
20	111,3	140	190,9
30	117,1	150	198,7
40	123,0	160	206,7
50	129,1	170	214,9
60	135,3	180	223,1

Tabela 244

Rezistența, în ohmi, a termometrelor cu rezistență de cupru (R_0 = 53,00 Ω) la temperaturi din 10°C în 10°C, cuprinse între — 50°C și + 180°C

Temperatura °C	Rezistența Ω	Temperatura °C	Rezistența Ω
— 50	41,71	70	68,81
— 40	43,97	80	71,06
— 30	46,23	90	73,32
— 20	48,48	100	75,58
— 10	50,74	110	77,84
0	53,00	120	80,09
10	55,26	130	82,35
20	57,52	140	84,61
30	59,77	150	86,87
40	62,03	160	89,13
50	64,29	170	91,38
60	66,55	180	93,64

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 245

Rezistența, în ohmi, a termometrelor cu rezistență de cupru (R_0 = 100,00 Ω) la temperaturi de 10°C în 10°C, cuprinse între — 50°C și + 180°C

Temperatura °C	Rezistența Ω	Temperatura °C	Rezistența Ω
— 50	78,70	70	129,82
— 40	82,96	80	134,08
— 30	87,22	90	138,34
— 20	91,48	100	142,60
— 10	95,74	110	146,86
0	100,00	120	151,12
10	104,26	130	155,38
20	108,52	140	159,64
30	112,78	150	163,90
40	117,04	160	168,16
50	121,30	170	172,42
60	125,86	180	176,68

Tabela 246

Corecții ale indicațiilor barometrice datorite capilarității

Diametrul tubului mm	Înălțimea meniscului, în mm							
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
	Valoarea corecțiilor, în mm Hg							
4	0,83	1,22	1,54	1,98	2,37	—	—	—
5	0,47	0,65	0,86	1,19	1,45	1,80	—	—
6	0,28	0,41	0,56	0,78	0,98	1,21	1,43	—
7	0,18	0,28	0,40	0,53	0,67	0,82	0,97	1,13
8	—	0,20	0,29	0,38	0,46	0,56	0,65	0,77
9	—	0,15	0,21	0,28	0,33	0,40	0,46	0,52
10	—	—	0,15	0,20	0,25	0,29	0,33	0,37
11	—	—	0,10	0,14	0,18	0,21	0,24	0,26
12	—	—	0,07	0,10	0,13	0,16	0,18	0,20
13	—	—	0,04	0,07	0,10	0,12	0,13	0,14

Scanned with OKEN Scanner

Tensiunea de străpungere se verifică între bornele scurtcircuitat a termometrului şi tubul de protecţie, aplicînd progresiv, pornind de la zero, o tensiune de curent alternativ cu o creştere uniformă de 100 V/s pînă la valoarea de 500 V şi se menţine un minut, indicatorul voltmetrului din circuit trebuind să nu arate vre-o modificare a tensiunii, rezistenţa electrică trebuind să fie minimum 20 M Ω la temperatura 20 ± 2°C şi umiditatea 80%. Contrariu se resping la verificare. Rezistenţa electrică la 0°C şi 100°C se verifică cu o punte Wheatstone echilibrată, clasa 0,02 (sau cu un compensator de clasa 0,02 dacă are 4 fire de ieşire), temperaturile mediului (baie) fiind determinate cu termometru etalon, de sticlă, cu Hg, cu diviziunile 1/100°C. Valorile trebuie să corespundă celor din tabelele 239 ... 245. Corecţiile pentru temperatura apei din baie, în funcţie de presiunea barometrică se fac la fel ca la termometrele de laborator, din sticlă, potrivit datelor de corectare a indicaţiilor barometrice: datorită capilarităţii, tabela 246, datorită diferenţei de nivel faţă de nivelul mării tabela 247, pentru aducerea indicaţiilor barometrului la temperatura de 0°C, tabela 248 şi pentru reducerea lor la altitudinea geografică de 45°, tabela 249. Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 98-62, marca aplicîndu-se în cutia de legătură, pentru cele etalon (şi pentru celelalte la cerere) eliberîndu-se buletine de comparaţie.

Termocupluri: traductoare de temperatură pentru intervalul —200°C ... ...+ 2500°C a căror funcţionare se bazează pe efectul termoelectric, adică pe apariţia în circuitul a două conductoare (termoelectrozi) din materiale diferite, ale căror puncte de legătură se găsesc la temperaturi diferite, a unei forţe termoelectromotoare. În principiu sînt alcătuite (fig. 251) din doi termoelectrozi *1*, sudaţi la unul din capete *2* (sudură caldă) izolaţi electric între ei cu tuburi sau mărgele de porţelan *3* şi introduşi în

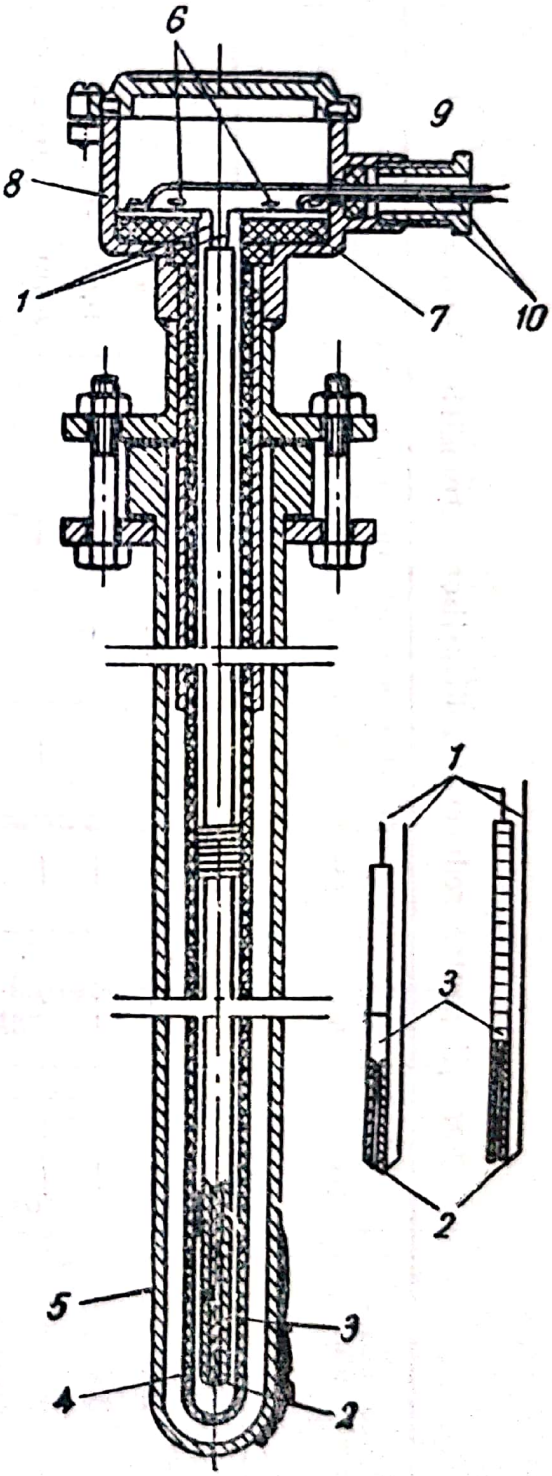


Fig. 251. Schema termocuplului.

Tabela 247

Corecții pentru reducerea indicațiilor barometrice la nivelul mării

Înălțimea deasupra nivelului mării m	Indicațiile barometrului la temperatura de 0°C, mm Hg												
	500	540	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780
	Valoarea corecțiilor, în mm Hg												
100	—	—	—	—	—	—	—	—	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
200	—	—	—	—	—	—	—	—	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
300	—	—	—	—	—	—	—	-0,06	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
400	—	—	—	—	—	—	—	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	—
500	—	—	—	—	—	—	—	-0,11	-0,12	-0,12	-0,12	—	—
600	—	—	—	—	—	—	-0,10	-0,13	-0,14	-0,14	-0,14	—	—
700	—	—	—	—	—	-0,14	-0,15	-0,15	-0,16	-0,16	—	—	—
800	—	—	—	—	—	-0,16	-0,17	-0,17	-0,17	-0,18	—	—	—
900	—	—	—	—	—	-0,18	-0,19	-0,19	-0,20	—	—	—	—
1 000	—	—	—	—	-0,20	-0,20	-0,21	-0,21	-0,22	—	—	—	—
1 200	—	—	—	—	-0,24	-0,24	-0,25	-0,25	—	—	—	—	—
1 400	—	—	—	-0,26	-0,27	-0,28	-0,29	-0,30	—	—	—	—	—
1 600	—	—	—	-0,30	-0,31	-0,32	-0,33	—	—	—	—	—	—
1 800	—	—	-0,33	-0,34	-0,35	-0,36	—	—	—	—	—	—	—
2 000	—	-0,34	-0,37	-0,38	-0,39	—	—	—	—	—	—	—	—
2 500	-0,39	-0,43	-0,46	-0,47	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 000	-0,47	-0,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 248

Corecții pentru reducerea indicațiilor barometrului cu scara de alamă, la temperatura de 0°C

Temperatura °C	Presiunea barometrică, în mm Hg								
	700	710	720	730	740	750	760	770	780
	Valoarea corecțiilor (mm Hg)								
10	−1,14	−1,16	−1,18	−1,19	−1,21	−1,22	−1,24	−1,26	−1,27
11	−1,26	−1,28	−1,29	−1,31	−1,33	−1,35	−1,36	−1,38	−1,40
12	−1,37	−1,39	−1,41	−1,43	−1,45	−1,47	−1,49	−1,51	−1,53
13	−1,48	−1,51	−1,53	−1,55	−1,57	−1,59	−1,61	−1,63	−1,65
14	−1,60	−1,62	−1,64	−1,67	−1,69	−1,71	−1,73	−1,76	−1,78
15	−1,71	−1,74	−1,76	−1,78	−1,81	−1,83	−1,86	−1,88	−1,91
16	−1,83	−1,85	−1,88	−1,90	−1,93	−1,96	−1,98	−2,01	−2,03
17	−1,94	−1,97	−2,00	−2,02	−2,05	−2,08	−2,11	−2,13	−2,16
18	−2,05	−2,08	−2,11	−2,14	−2,17	−2,20	−2,23	−2,26	−2,29
19	−2,17	−2,20	−2,23	−2,26	−2,29	−2,32	−2,35	−2,38	−2,41
20	−2,28	−2,31	−2,35	−2,38	−2,41	−2,44	−2,48	−2,51	−2,54
21	−2,39	−2,43	−2,46	−2,50	−2,53	−2,56	−2,60	−2,63	−2,67
22	−2,51	−2,54	−2,58	−2,62	−2,65	−2,69	−2,72	−2,76	−2,79
23	−2,62	−2,66	−2,70	−2,73	−2,77	−2,81	−2,84	−2,88	−2,92
24	−2,73	−2,77	−2,81	−2,85	−2,89	−2,93	−2,97	−2,01	−3,05
25	−2,85	−2,89	−2,93	−2,97	−3,01	−3,05	−3,09	−3,13	−3,17
26	−2,96	−3,00	−3,05	−3,09	−3,13	−3,17	−3,21	−3,26	−3,30
27	−3,07	−3,12	−3,16	−3,21	−3,25	−3,29	−3,34	−3,38	−3,42
28	−3,19	−3,23	−3,28	−3,32	−3,37	−3,41	−3,46	−3,50	−3,55
29	−3,30	−3,35	−3,39	−3,44	−3,49	−3,54	−3,58	−3,63	−3,68
30	−3,41	−3,46	−3,51	−3,56	−3,61	−3,66	−3,70	−3,75	−3,80

Tabela 249

Corecții pentru reducerea indicațiilor barometrice la altitudinea geografică de 45°

Latitudinea grade	Presiunea barometrică redusă la 8°C, în mm Hg			
	650	700	750	800
	Valoarea corecțiilor, în mm Hg			
30	— 0,89	— 0,96	— 1,03	— 1,09
35	— 0,61	— 0,66	— 0,72	— 0,77
40	— 0,33	— 0,36	— 0,38	— 0,41
45	— 0,03	— 0,04	— 0,04	— 0,04
50	+ 0,26	+ 0,29	+ 0,31	+ 0,34
55	+ 0,55	+ 0,60	+ 0,64	+ 0,69
60	+ 0,82	+ 0,89	+ 0,96	+ 1,18
65	+ 1,08	+ 1,16	+ 1,24	+ 1,32

Scanned with OKEN Scanner

tuburile de protecţie *4* şi *5*, capetele libere *6* (sudura rece) fiind fixate la borne montate pe un suport izolat *7* aflat în cutia de conexiuni *8* care este prevăzută cu dispozitiv de sigilare şi cu o flanşe de protecţie *9* a conductoarelor *10* care au rolul fie de a face legătura direct la aparatul de măsurat, fie de a prelungi sudura rece (în care caz sînt denumite cabluri de compensare, legătura de la acestea la aparatul de măsurat făcîndu-se prin cabluri de legătură). Fixarea termocuplului la locul de exploatare se face printr-o flanşe care trebuie să se găsească la o distanţă de cel puţin 100 mm de cutia de conexiuni. Perechile de materiale folosite în construirea termocuplurilor cu domeniile lor de utilizare sînt indicate în tabela 250. Caracteristicile cablurilor de prelungire a termocuplurilor sînt arătate în tabela 251, iar erorile lor tolerate în tabela 252 (cablurile de prelungire se verifică conform prevederilor din Instrucţiunile 175-62). C o n d i ţ i i t e h n i c e ş i m e t r o l o g i c e: Rezistenţa electrică a izolaţiei dintre termoelectrozi şi tubul de protecţie trebuie să fie cel puţin 5 M Ω la temperatura de 20 $\pm$ 2°C şi umiditate relativă a mediului de 80%, izolaţia în aceste condiţii trebuind să suporte timp de un minut o tensiune de 500 V c.a. cu frecvenţa de 50 Hz. Termocuplurile (tehnice) trebuie să suporte vibraţii cu acceleraţia de 30 m/s² la o frecvenţă a şocurilor de 100/min, fără să se deterioreze. Abaterile valorilor t.t.e.m. nu trebuie să depăşească erorile tolerate exprimate în milivolţi indicate în tabela 254 respectiv cele de indicaţie (ansamblu termocuplu, cabluri de legătură, milivoltmetru) exprimate în grade Celsius, arătate în tabela 255, temperaturile la care se verifică t.t.e.m. fiind cele din tabela 253. Constanta de timp nu trebuie să depăşească 15 s la cele cu inerţie termică mică, 90 secunde la cele cu inerţie termică mijlocie şi 240 secunde, la cele cu inerţie termică mare. V e r i f i c ă r i : Verificarea valorilor t.t.e.m. a termocuplurilor constă în măsurarea acestora în condiţiile de lucru şi compararea lor, la cele tehnice, cu valorile t.t.e.m. a unui termocuplu etalon PtRh-Pt în cazul cînd verificarea se face la temperaturi peste 0°C, sau cu indicaţiile unui termometru etalon de sticlă cu valoarea diviziunii 0,1°C, în cazul cînd verificarea se face la temperaturi sub 0°C. Pentru termocuplurile-etalon supuse verificării, măsurarea t.t.e.m. se face cu un compensator clasa de precizie 0,05 cu limita superioară de măsurare de maximum 1 V, cu certificat de etalonare eliberat de O.S.M. Pentru temperaturi sub 0°C (pînă la —70°C) se folosesc băi termostat (criostate) cu alcool răcite cu zăpadă carbonică, iar pentru temperaturi peste 0°C se folosesc cuptoare electrice orizontale, de tip tubular. Pentru verificările între 0°C şi 300°C se pot folosi şi băi termostat cu ulei, utilizînd termometre-etalon de sticlă cu Hg cu valoarea diviziunii 0,1°C. Operaţiile de măsurare se fac de 3 ori şi se ia media aritmetică. Abaterile valorilor t.t.e.m. în mV a termocuplurilor tehnice supuse verificării faţă de valorile din tabelele de etalonare (vezi tabelele în instrucţiunile O.S.M. 59-62) respectiv erorile mai mari decît cele tolerate expri-

Scanned with OKEN Scanner

mate în grade Celsius (temperaturile în acest caz putînd fi măsurate şi cu alte mijloace-etalon de măsurat temperatura) indicate în tabela 254, duc la respingerea la verificare. Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 59-62 pentru termocupluri, Instrucţiunile 175-62 pentru cablurile de prelungire, Instrucţiunile 176-62 pentru milivoltmetrele magnetoelectrice indicatoare pentru termocupluri şi Instrucţiunile 177-62 pentru ansamblurile termocuplu-milivoltmetru magnetoelectric indicator. Marcarea se face pe cutia de conexiuni, la cele etalon (şi la cele de laborator la cerere) eliberîndu-se buletine de comparaţie.

Tabela 250

Limitele de utilizare a diverselor tipuri de termocupluri

Termocuplul	Polaritatea		Limita de utilizare, în °C			T.t.e.m., în mV pentru temperatura de funcţionare intermitentă
			minimă	maximă		
				funcţionare continuă	funcţionare intermitentă	
Cu-Const	Cu Const	+ —	–200	400	600	34,30±0,41
Fe-Const	Fe Const.	+ —	–200	600	900	53,15±0,60
Fe-Copel	Fe Copel	+ —	0	600	800	51,17±0,58
Cromel-Copel	Cromel Copel	+ —	– 50	600	800	66,42±0,75
Cupru-Copel	Cupru Copel	+ —	0	400	600	37,48±0,44
NiCr-Ni	NiCr Ni	+ —	0	900	1200	48,85±0,54
Cromel-Alumel	Cromel Alumel	+ —	– 50	900	1300	52,41±0,56
PtRh-Pt	PtRh Pt	+ —	0	1300	1600	16,76±0,084

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 251

Caracteristicile cablurilor de prelungire a termocuplurilor

Termocuplul	Conductoarele		T.t.e.m. în mV la 100°C, cînd sudura rece se găsește la 0°C	Rezistența (în Ω) a unui metru din cablul de prelungire pentru secțiunile în mm²		
	Conductorul pozitiv	Conductorul negativ		0,5	1,5	2,5
Cu-Const	Cupru	Constantan	4,25	0,52	0,35	0,21
Fe-Const	Fier	Constantan	5,37	0,61	0,41	0,24
Fe-Copel	Fier	Copel	5,75	0,61	0,41	0,24
Crom-Copel	Cromel	Copel	6,95	1,15	0,77	0,45
Cu-Copel	Cupru	Copel	4,75	0,50	0,33	0,20
NiCr-Ni	Cupru	Constantan	4,04	0,52	0,35	0,21
Cromel-Alumel	Cromel	Alumel	4,10	0,94	0,63	0,38
	Cupru	Constantan		0,52	0,35	0,21
PtRh-Pt	Cupru	Aliaj: 99,4% Cu+ 0,6% Ni	0,643	0,05	0,03	0,02

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 252

Erorile tolerate ale cablurilor de prelungire

Termocuplul	Cablul de prelungire		Eroarea tolerată	
	Conductorul pozitiv	Conductorul negativ	mV	°C
Cu-Const	Cupru	Constantan	± 0,17	±4,0
Fe-Const	Fier	Constantan	± 0,24	±4,5
Fe-Copel	Fier	Copel	± 0,26	±4,5
Cromel-Copel	Cromel	Copel	± 0,31	±4,5
Cu-Copel	Cupru	Copel	± 0,21	±4,5
NiCr-Ni	Cupru	Constantan	± 0,17	±4,0
Cromel-Alumel	Cromel	Alumel	± 0,16	±4,0
	Cupru	Constantan	± 0,17	±4,0
Pt-Rh-Pt	Cupru	Aliaj: 99,4 Cu + 0,6 Ni	± 0,036	±5,5

Tabela 253

Temperaturi pentru care se verifică valorile t.t.e.m.

Termocuplul	Cu-Const	Fe-Const	Fe-Copel	Cromel-Copel	Cu-Copel	NiCr-Ni	Cromel-Alumel	PtRh-Pt
Temperatura °C	—50	—50	200	200	200	500	500	600
	100 300	100 400	400	400	400	700	700	800 1 100
	400	600	600	600		900	900	1 200
	500	800	700	700	500	1 100	1 100	1 300

Pirometre optice monocromatice cu dispariția filamentului: aparate bazate pe principiul comparației în lumină monocromatică între strălucirea corpului a cărui temperatură se măsoară și strălucirea unui corp etalonat în prealabil după radiația corpului negru[1]) întrucît două corpuri

[1]) Corpul care absoarbe toate radiațiile, oricare ar fi lungimea de undă și unghiul de incidență al radiației absorbite.

Scanned with OKEN Scanner

Eroarea tolerată a t.t.e.m. a diverselor tipuri de termocupluri, pentru

Termocuplul	Cu-Const		Fe-Const		Fe-Copel	
Temperatura °C	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată mV	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată mV	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată mV
200	–5,70	±0,35	–8,15	±0,50	—	—
–100	–3,40	±0,34	–4,60	±0,40	—	—
0	0,00	—	0,00	—	0,00	—
100	4,25	±0,26	5,37	±0,30	5,75	±0,23
200	9,20	±0,30	10,95	±0,31	12,00	±0,25
300	14,89	±0,37	16,55	±0,34	18,11	±0,27
400	20,99	±0,43	22,15	±0,36	24,56	±0,32
500	27,40	±0,45	27,84	±0,40	30,91	±0,35
600	34,30	±0,52	33,66	±0,44	37,41	±0,42
700	—	—	39,72	±0,49	44,12	±0,47
800	—	—	46,23	±0,55	51,17	±0,56
900	—	—	53,15	±0,62	—	—
1 000	—	—	—	—	—	—
1 100	—	—	—	—	—	—
1 200	—	—	—	—	—	—
1 300	—	—	—	—	—	—
1 400	—	—	—	—	—	—
1 500	—	—	—	—	—	—
1 600	—	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 254

temperaturi din 100°C în 100°C, cînd sudura rece este la 0°C

Cromel-Copel		Cupru-Copel		NiCr-Ni		Cromel-Alumel		PtRh-Pt	
T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată mV	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată mV	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată mV	T t e.m. mV	Eroarea tolerată mV	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată mV
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,000	—
4,95	± 0,28	4,75	± 0,19	4,04	± 0,16	4,10	± 0,16	0,643	± 0,022
14,69	± 0,31	10,29	± 0,22	8,14	± 0,16	8,13	± 0,16	1,436	± 0,028
23,91	± 0,37	16,49	± 0,28	12,24	± 0,16	12,21	± 0,16	2,316	± 0,031
31,49	± 0,42	23,14	± 0,33	16,38	± 0,19	16,39	± 0,19	3,251	± 0,036
40,16	± 0,52	30,16	± 0,39	20,64	± 0,21	20,64	± 0,21	4,221	± 0,039
49,02	± 0,57	37,48	± 0,44	24,94	± 0,22	24,90	± 0,22	5,224	± 0,042
57,77	± 0,60	—	—	29,15	± 0,25	29,15	± 0,25	6,260	± 0,047
66,42	± 0,69	—	—	33,27	± 0,27	33,31	± 0,27	7,329	± 0,051
—	—	—	—	37,32	± 0,29	37,36	± 0,29	8,432	± 0,055
—	—	—	—	41,32	± 0,30	41,31	± 0,30	9,570	± 0,061
—	—	—	—	45,22	± 0,32	45,14	± 0,32	10,741	± 0,065
—	—	—	—	49,02	± 0,35	48,85	± 0,35	11,935	± 0,072
—	—	—	—	—	—	52,41	± 0,38	13,138	± 0,078
—	—	—	—	—	—	—	—	14,337	± 0,084
—	—	—	—	—	—	—	—	15,530	± 0,090
—	—	—	—	—	—	—	—	16,716	± 0,094

Scanned with OKEN Scanner

Eroarea tolerată a diverselor tipuri de termocupluri, la

Termocuplul	Cu-Const		Fe-Const		Fe-Copel	
	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată °C	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată °C	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată °C
–200	–5,70	±15	–0,15	±14	—	—
–100	–3,40	±10	–4,60	±9	—	—
0	0,00	—	0,00	—	0,00	—
100	4,25	±6	5,37	±5,5	5,75	±4
200	9,20	±6	10,95	±5,5	12,00	±4
300	14,89	±6,5	16,55	±6	18,11	±4,5
400	20,99	±7	22,15	±6,5	24,56	±5,5
500	27,40	±7	27,84	±7	30,91	±5,5
600	34,30	±7,5	33,66	±7,5	37,41	±7,5
700	—	—	39,72	±8	44,12	±7
800	—	—	46,23	±8,5	51,17	±8
900	—	—	53,15	±9	—	—
1 000	—	—	—	—	—	—
1 100	—	—	—	—	—	—
1 200	—	—	—	—	—	—
1 300	—	—	—	—	—	—
1 400	—	—	—	—	—	—
1 500	—	—	—	—	—	—
1 600	—	—	—	—	—	—

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 255

temperaturi din 100°C în 100°C, cînd sudura rece este la 0°C

Cromel-Copel		Cu-Copel		NiCr-Ni		Cromel-Alumel		PtRh-Pt	
T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată °C	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată °C	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată °C	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată °C	T.t.e.m. mV	Eroarea tolerată °C
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,000	—
6,95	±4	4,75	±4	4,04	±4	8,10	±4	0,643	± 3,5
14,66	±4	10,29	±4	8,14	±4	8,13	±4	1,436	± 3,5
22,91	±4,5	16,49	±4,5	12,24	±4	12,21	±4	2,316	± 3,5
31,49	±5	23,14	±5	16,38	±4,5	16,39	±4,5	3,251	± 3,8
40,16	±6	30,16	±5,5	20,64	±5	20,64	±5	4,221	± 4
49,02	±6,5	37,48	±6	24,94	±5	24,90	±5	5,224	± 4,2
57,77	±7	—	—	29,15	±6	29,14	±6	6,260	± 4,5
66,42	±8	—	—	33,27	±6,5	33,31	±6,5	7,329	± 4,8
—	—	—	—	37,32	±7	37,36	±7	8,432	± 5
—	—	—	—	41,32	±7,5	41,31	±7,5	9,570	± 5,2
—	—	—	—	45,22	±8,5	45,14	±8,5	10,741	± 5,5
—	—	—	—	49,02	±9,5	48,85	±9,5	11,935	± 6
—	—	—	—	—	—	52,41	±10,5	13,138	± 6,5
—	—	—	—	—	—	—	—	14,337	± 7
—	—	—	—	—	—	—	—	15,530	± 7,5
—	—	—	—	—	—	—	—	16,716	± 8

Scanned with OKEN Scanner

care au aceeaşi strălucire într-o anumită direcţie, se caracterizează prin aceeaşi intensitate de radiaţie şi conform legilor radiaţiei monocromatice[1]), prin aceeaşi temperatură, numită temperatură de strălucire (fapt pentru care aceste pirometre se mai numesc şi „pirometre de strălucire"). Sînt folosite la măsurarea temperaturilor cuprinse între 700°C şi 3 000°C. Pot fi: a) cu aparat indicator făcînd corp comun cu pirometrul (fig. 252) sau cu aparat indicator separat, aparatul indicator putînd fi ampermetru (fig. 253) sau voltmetru (fig. 254); b) fixe sau portabile; c) etalon, de laborator, tehnice. În fig. 253 şi fig. 254, sînt reprezentate părţile componente: obiectivul *1*, sticla absorbantă *2*, diafragma *3*, ocularul *4*, filtrul de culoare roşie *5* cu diafragma *6*, partea electrică formată din becul pirometric *7*, sursa de alimentare de 2 ... 10 V *8*, rezistenţa variabilă *9*, aparatul indicator ampermetru magnetoelectric sau voltmetru electromagnetic *10* şi cablurile de legătură *11*. Condiţii de funcţionare şi metrologice: ocularul trebuie să fie montat telescopic şi să realizeze acomodarea la ochiul observatorului în limitele — 6 ... + 4 dioptrii; filtrul de lumină să asigure o lungime de undă monocromatică în limitele 0,65 ± 0,01 μm; lentila obiectivului nu trebuie să aibă absorbţie selectivă, aparatul indicator trebuie să funcţioneze normal la umiditate relativă pînă la 80% şi la temperatură cuprinsă între — 20°C şi + 50°C; bornele pentru legarea sursei trebuie

---

[1]) Legătura dintre energia emisă prin radiaţie monocromatică şi temperatura corpului emiţător este exprimată prin relaţia lui Wien şi relaţia lui Planck. Relaţia lui Wien:

$$E_{\lambda,T} = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{\frac{C_2}{e^{\lambda T}}},$$

în care $E_{\lambda,T}$ este energia emisă sub formă de radiaţie cu lungimea de undă λ de către un corp cu temperatura absolută T măsurată în °K; e — baza logaritmilor naturali, $C_1 = 2\pi hc^2$ şi $C_2 = Nhc/R$, în care: h este constanta lui Planck = $6{,}624 \cdot 10^{-27}$ erg · s; c — viteza luminii = $3 \cdot 10^{10}$ cm · s^{-1}; N — numărul lui Avogadro = $6{,}05 \cdot 10^{23}$; R — — constanta universală a gazelor = $8{,}32 \cdot 10^7$ erg. La temperaturi mai înalte de 2 000°C, se utilizează relaţia lui Planck

$$E_{\lambda,T} = \frac{C_1 \lambda^{-5}}{\frac{C_2}{e^{\lambda T} - 1}}.$$

Relaţia lui Planck duce la valori reproductibile şi pentru temperaturi în jurul lui 3 000°C.

Scanned with OKEN Scanner

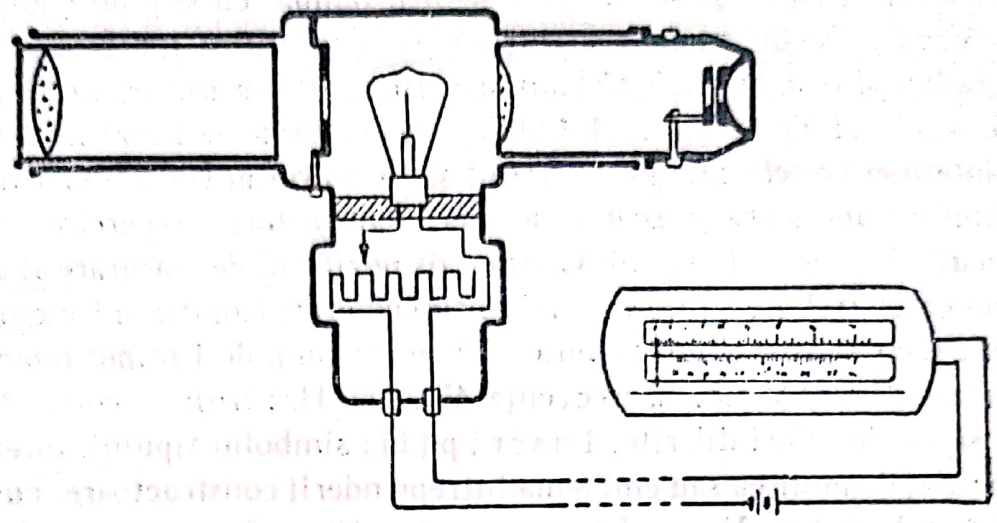


Fig. 252. Pirometrul cu aparat indicator inclus.

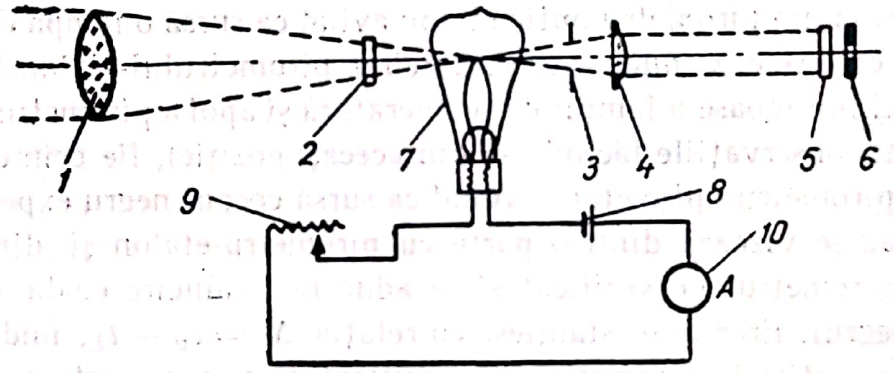


Fig. 253. Pirometrul cu ampermetru separat.

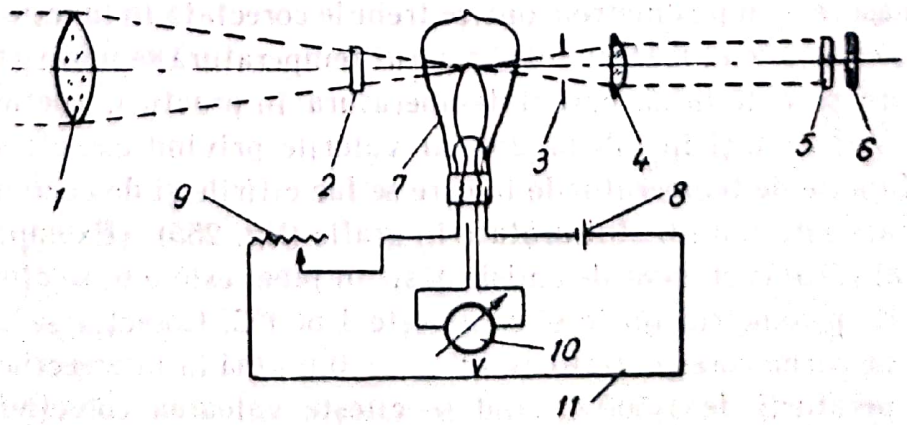


Fig. 254. Pirometrul cu voltmetru separat.

Scanned with OKEN Scanner

să fie însemnate cu + şi —, iar cele pentru lampă, cu semnul convenţional al lămpii; scările gradate suprapuse ale aparatului indicator trebuie să fie gradate direct în grade Celsius din 10 în 10 sau din 20 în 20 grade, ceea de sus fiind de la 700 ... 1 400°C şi cea de jos de la 1 200 ... 2 000°C, limita interioară a scării de jos trebuind să fie cu cel puţin 200°C mai mică decît limita superioară a scării de sus; numerotarea reperelor trebuie să fie făcută din 100 în 100 grade Celsius; dispozitivul de măsurare al aparatului indicator trebuie să fie ecranat antimagnetic; izolaţia între circuitul de curent şi cutia aparatului trebuie să suporte timp de 1 minut o tensiune de încercare de 500 V c.a. cu frecvenţa 45 ... 60 Hz; izolaţia conductorilor trebuie să fie de culori diferite. Inscripţii: simbolul tipului, intervalul de măsurare, denumirea sau emblema întreprinderii constructoare, numărul şi anul de fabricaţie. Verificarea indicaţiilor se face fie prin comparare cu o lampă de temperatură etalon cu certificat de etalonare (în care caz variind intensitatea curentului care trece prin lampa de temperatură pînă la egalitatea strălucirii cu cea a sursei care se măsoară şi cunoscînd intensitatea curentului care trece prin lampă se poate stabili temperatura de strălucire a benzii care este egală cu cea a sursei), fie prin compararea cu un pirometru optic etalon avînd ca sursă o lampă de temperatură (în care se caz aduce întîi strălucirea pirometrului-etalon la strălucirea benzii luminoase a lămpii de temperatură şi apoi a pirometrului optic de verificat, observaţiile făcîndu-se din aceeaşi poziţie), fie prin compararea cu un pirometru optic etalon avînd ca sursă corpul negru experimental (în care caz se vizează dintr-o parte cu pirometru-etalon şi din partea opusă cu pirometrul de verificat şi se aduc la strălucire egală cu cea a corpului negru). Erorile se stabilesc cu relaţia $\Delta t = t_v - t_E$, unde t_v este temperatura citită la pirometrul de verificat şi t_E temperatura citită la pirometrul etalon (sau stabilită pentru lampa de temperatură). Se verifică pentru fiecare sută de grade făcîndu-se cîte două sau trei determinări la un interval de 2 ... 3 min. Erori tolerate: pentru scara 700° ... 1 400°C eroare $\pm$ 20°C; pentru scara 1 200 ... 2 000°C eroarea $\pm$ 30°C; pentru scara peste 3 000°C, eroarea $\pm$ 40°C. Temperatura obţinută la măsurări cu pirometrele optice trebuie corectată în funcţie de coeficientul de emisiune al materialului a cărui temperatură se măsoară. Pentru cele la care se determină curent temperatura în practică, coeficienţii de emisiune sînt arătaţi în tabela 256, iar valorile privind corecţiile indicaţiilor în funcţie de temperaturile la care se fac citirile şi de coeficientul de emisiune al materialului sînt arătate în grafic (fig. 255). (Exemplu: la un material al cărui coeficient de emisie găsit în tabel este 0,6, se citeşte temperatura cu pirometrul optic şi se găseşte 1 500°C. Corecţia se stabileşte coborînd pe curba corespunzătoare lui $\varepsilon_\lambda = 0{,}6$ pînă la intersecţia cu ordonata temperaturii de 1 500°C cînd se citeşte valoarea corecţiei pe axa ordonatelor + 75°C. Deci temperatura corpului este 1500°C + 75°C =

Tabela 256

Coeficientul monocromatic de emisiune (puterea emisivă monocromatică sau coeficientul monocromatic de negreală al radiației $-\varepsilon_\lambda$) pentru unele materiale, la diferite temperaturi reale și pentru $\lambda = 0{,}65$ μm

Materialul	Temperatura °C	ε_λ
Alumel	—	0,37
Alumel (oxidat)	—	0,87
Aluminiu	—	0,10...0,40
Argilă	—	0,75
Argint	—	0,05...0,10
Aur	—	0,15
Baie de plumb (oglinda curată)	—	0,50...0,60
Carbon (grafit)	1 000	0,90
Carbon	2 000	0,85
Carbon	3 000	0,81
Carborund	—	0,80
Ceramică plăci	1 200	0,25
Ceramică plăci	1 500	0,32
Ceramică plăci	1 800	0,38
Constantan	—	0,35
Crom-nichel	—	0,90
Cromel	—	0,35
Cromel (oxidat)	—	0,78
Cupru solid	—	0,11
Cupru lichid	1 100	0,15
Cupru lichid	1 200	0,13
Fier solid	1 050	0,30
Fier lichid	1 530	0,36
Fontă	—	0,37
Fontă (oxidată)	—	0,70
Magneziu	—	0,10...0,45
Nichel	—	0,37
Oțel-carbon	—	0,44
Oțel-carbon (oxidat)	—	0,80
Oțel cu crom și crom-nichel (oxidat)	—	0,70
Oțel topit	—	0,40
Oxid de aluminiu	900	0,18
Oxid de aluminiu	1 700	0,40
Oxid de beriliu	—	0,35
Oxid de cobalt	—	0,75
Oxid de crom	900	0,81
Oxid de cupru	1 000	0,80
Oxid de cupru	1 100	0,60
Oxid de fier	800	0,98
Oxid de fier	1 200	0,92
Oxid de magneziu	900	0,20
Oxid de magneziu	1 700	0,45
Oxid de nichel	800	0,96

Scanned with OKEN Scanner

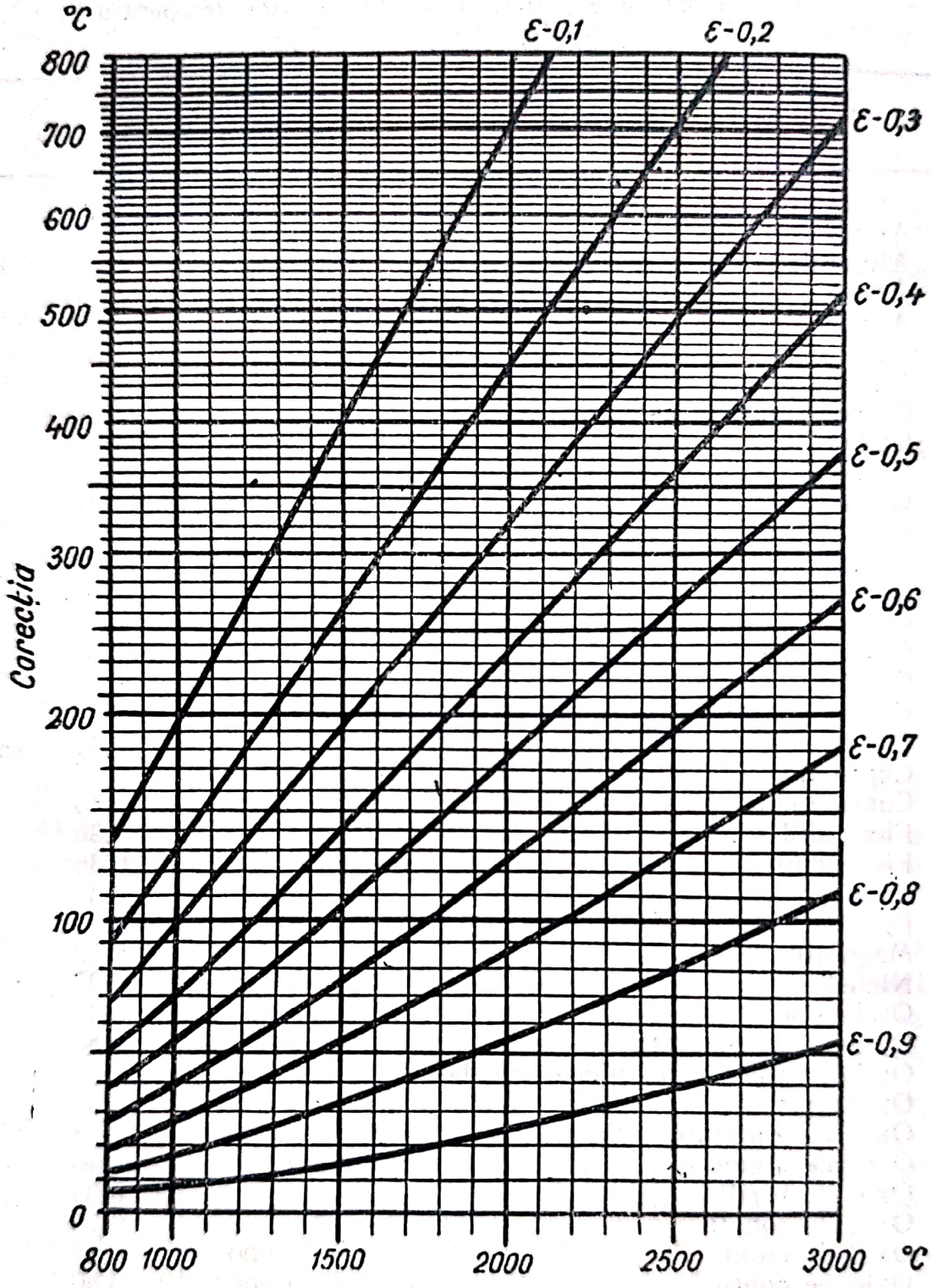


Fig. 255 Grafic de corecție pentru temperatura măsurată cu pirometrul optic monocromatic.

Scanned with OKEN Scanner

= 1575°C). Verificările se fac inițial și anual, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 82-62, marca aplicîndu-se pe cutia aparatului indicator și pe corpul pirometrului (dacă sînt separate) sau pe plumbul din locașul de marcare dacă aparatul indicator este inclus în corpul pirometrului.

— *Pirometre cu radiație totală*: aparate folosite pentru măsurarea temperaturilor cuprinse între 500°C și 2 000°C bazate pe relația $E = \sigma T^4$ în care E este energia totală de radiație admisă de 1 cm² din corpul negru, T — temperatura absolută a sursei radiante măsurată în °K, σ — coeficientul de absorbție (raportul între energia absorbită de către un corp și energia totală primită de către acest corp) avînd valoarea $\sigma = 5{,}672 \times \times 10^{-12}$ erg/cm² · s · °K (Relația completă este $E = \sigma(T^4 - T_0^4)$ în care T_0 este temperatura absolută a mediului în care se găsește elementul sensibil al aparatului și care pentru valori de temperaturi de măsurat peste 500°C poate fi neglijată). Pot fi: a) cu aparatul indicator făcînd corp comun cu pirometrul sau cu aparatul indicator separat; b) fixe sau portabile; c) etalon, de laborator, tehnice. Sistemul optic poate fi tip lunetă cu lentilă obiectiv sau cu oglindă concavă. Partea electrică (fig. 256) este compusă din element sensibil *1*, aparat indicator *2*, cablu de legătură *3* și balon de protecție *4* din metal sau sticlă umplut cu aer sau argon, în care se află termobateria (sudura caldă a termobateriei, respectiv a elementului sensibil, care este fixată pe o placă din foiță fină de platină

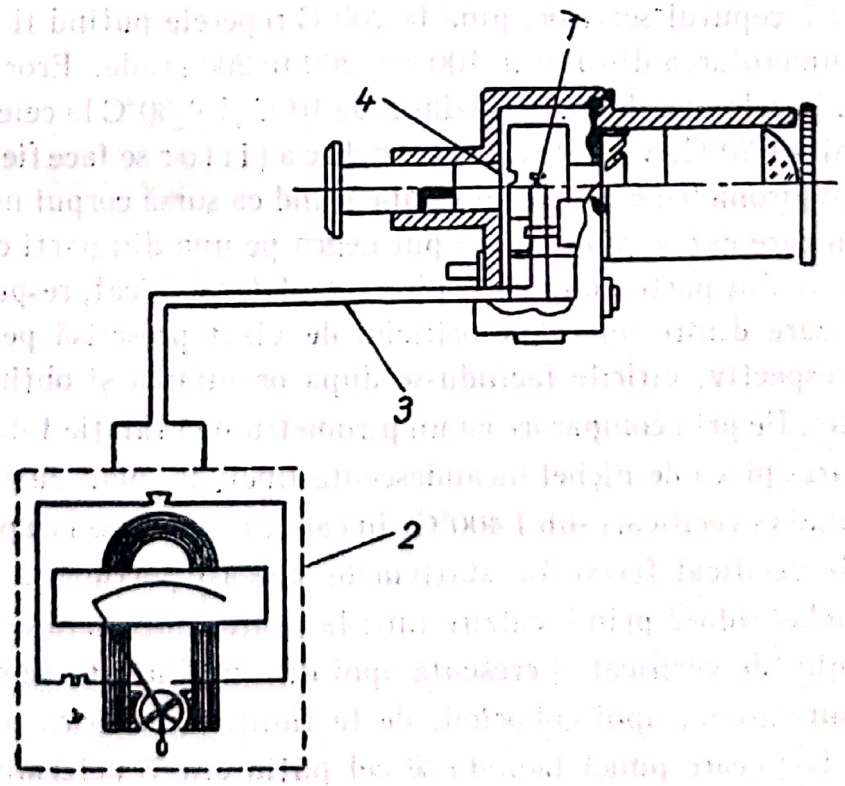


Fig. 256. Pirometrul cu radiație totală (schema electrică).

Scanned with OKEN Scanner

înnegrită, sau între două astfel de foiţe). Capetele libere ale termobateriei sînt fixate la două borne exterioare, care constituie sudura rece. La cele cu lentile-obiectiv reglarea de claritate a imaginii se face prin rotirea piesei în care se află montată lentila obiectivului. La tipurile fără lentilă obiectiv (ex. tip. Pyruny) se găseşte un dispozitiv pentru reglare în funcţie de distanţa la care se montează aparatul faţă de sursa radiantă, format dintr-un disc plasat între sticla care închide camera pirometrului şi oglinda concavă a pirometrului, reglabil din exterior prin intermediul unui buton. Reglarea discului se face potrivit indicaţiilor din certificatul de etalonare a aparatului, în care sînt trecute distanţele la care se montează pirometrul, ca şi poziţia butonului corespunzătoare acestei distanţe. Imaginea sursei radiante trebuie să acopere complet suprafaţa termobateriei, fapt pentru care mărimea imaginii se reglează în funcţie de deschiderea corpului radiant şi de distanţa de la punctul alb al pirometrului pînă la deschiderea corpului radiant. În tabela 257 este indicată poziţia discului (diafragma de umbră) a pirometrului cu radiaţie totală tip Pyruny în funcţie de distanţa la care se montează pirometrul şi deschiderea corpului radiant. Condiţii de funcţionare şi metrologice: Ocularul trebuie să fie montat telescopic şi să asigure acomodarea în limitele —6 ... +4 dioptrii. Aparatul indicator trebuie să funcţioneze normal într-o atmosferă cu umiditate relativă pînă la 80% şi la o temperatură între —20°C şi + 50°C. Borna pozitivă trebuie notată cu semnul +. Scara trebuie să fie gradată în grade Celsius divizată din 10 în 10 sau din 20 în 20 grade (la începutul scărilor, pînă la 200°C reperele putînd fi neechidistante) iar numerotarea din 100 în 100 sau 200 în 200 grade. Erorile tolerate ± 20°C la cele cu valoarea diviziunii de 10°C şi ±30°C la cele cu valoarea diviziunii de 20°C. Verificarea indicaţiilor se face fie prin comparare cu un pirometru cu radiaţie totală avînd ca sursă corpul negru experimental (în care caz se vizează corpul negru pe una din părţi cu pirometrul etalon iar din partea opusă cu pirometrul de verificat, respectînd distanţa de vizare dintre aparat şi orificiul de vizat prescrisă pentru tipul de aparat respectiv, citirile făcîndu-se după orientarea şi obţinerea imaginii corecte), fie prin comparare cu un pirometru de radiaţie totală etalon, avînd ca sursă placa de nichel incandescentă (metodă mai puţin precisă, folosită numai la verificări sub 1 400°C, în care caz se vizează cu pirometrele etalon şi de verificat fixate în stativurile aceeaşi porţiune a suprafeţei plăcii de nichel adusă prin încălzire întîi la limita inferioară de măsurare a pirometrului de verificat şi crescută apoi din sută în sută de grade pînă la limita superioară, apoi coborînd, de la limita superioară pînă la cea inferioară, la fiecare punct făcîndu-se cel puţin cîte 3 determinări la un interval de 2 ... 3 min, în timpul verificărilor placa de nichel trebuind să nu-şi varieze temperatura la care a fost adusă, cu mai mult de ± 10°C).

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 257

Poziția discului (a diafragmei de umbră) a pirometrului cu radiație totală Pyruny în funcție de distanța la care se montează pirometrul cu radiație totală și deschiderea corpului radiant

Tipul pirometrului cu radiație totală Pyruny	Distanța dintre pirometrul cu radiație totală Pyruny și corpul radiant m	Poziția discului (a diafragmei de umbră) a aparatului Pyruny
	a) Deschiderea corpului radiant Ø = 30 mm	
6 F 16	0,90 (distanța cea mai favorabilă)	0
	0,80	1,0
	0,70	1,2
	0,60	1,2
6 F 36	0,60 (distanța cea mai favorabilă)	0
	b) Deschiderea corpului radiant Ø = 40 mm	
6 F 16	1,20 (distanța cea mai favorabilă)	0
	1,10	1,3
	1,00	1,6
	0,90	2
	0,80	2,2
	0,70	2,2
		0
6 F 36	0,80 (distanța cea mai favorabilă)	0,4
	0,70	0,6
	0,60	
	c) Deschiderea corpului radiant Ø = 50 mm	
6 F 16	1,50 (distanța cea mai favorabilă)	0
	1,40	1,8
	1,30	2,5
	1,20	3
	1,10	3,4
	1,00	3,5
	0,90	3,6
	0,80	3,8
		0
6 F 36	1,00 (distanța cea mai favorabilă)	
	0,90	0,9
	0,80	1,2
	0,70	1,2
	0,60	1,2

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 257 (continuare)

Tipul pirometrului cu radiație totală Pyruny	Distanța dintre pirometrul cu radiație totală Pyruny și corpul radiant m	Poziția discului (a diafragmei de umbră) a aparatului Pyruny
	d) Deschiderea corpului radiant Ø = 20 mm	
6 F 48	0,80 (distanța cea mai favorabilă)	0
	0,70	0,6
	0,60	0,6
6 F 64	0,70 (distanța cea mai favorabilă	0
	0,60	0
	e) Deschiderea corpului radiant Ø = 50 mm	
6 F 48	0,90 (distanța cea mai favorabilă)	0
	0,80	1
	0,70	1,2
	0,60	1,2
6 F 64	0,80 (distanța cea mai favorabilă)	0
	0,70	0,6
	0,60	0,6
	f) Deschiderea corpului radiant Ø = 60 mm	
6 F 48	1,00 (distanța cea mai favorabilă)	0
	0,90	0,9
	0,80	1,2
	0,70	1,2
	0,60	1,2
6 F 64	0,90 (distanța cea mai favorabilă)	0
	0,80	1
	0,70	1,2
	0,60	1,2

Scanned with OKEN Scanner

Erorile se calculează cu relaţia $\Delta t = t_v - t_E$, în care t_v este temperatura indicată de pirometrul de verificat şi t_E cea indicată de pirometrul etalon. La măsurări se fac corecţii în funcţie de temperaturile la care se fac citirile şi de coeficientul de emisiune (negreală) al radiaţiei totale (ε_t), folosind graficul din fig. 257 şi datele din tabela 258. Verificările se fac

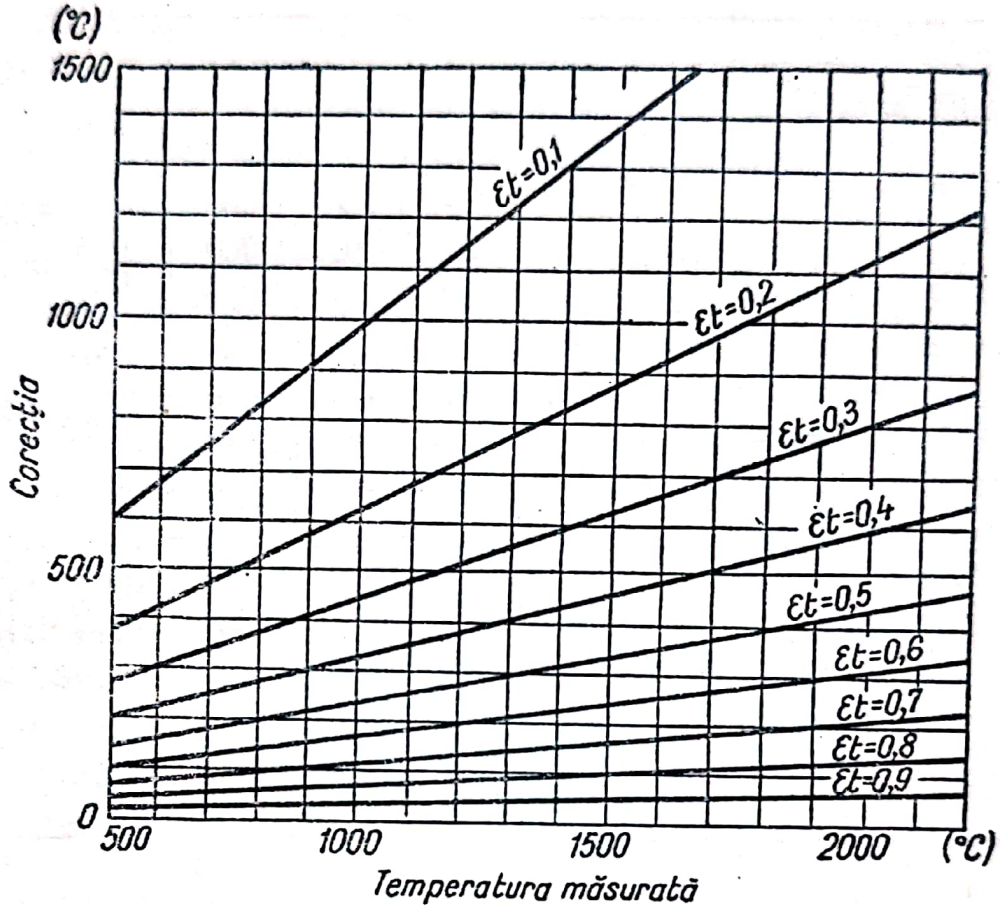


Fig. 257. Grafic de corecţii (la pirometre cu radiaţie totală).

iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile din Instrucţiunile 101-62 marca aplicîndu-se pe plumbul din locaşul de marcare şi pe aparatul indicator (dacă este separat).

Culori termoscopice: Substanţe care au proprietatea să-şi modifice culoarea în funcţie de temperatura la care se găsesc. La substanţele organice modificarea culorii denotă începutul unei disociaţii termice, iar la cele anorganice, o schimbare a reţelei cristaline. Unele substanţe au proprietatea de reversibilitate a culorii. Exemple: iodura de mercur şi cupru (cea mai frecvent folosită), la temperatura ambiantă are culoarea roşie deschisă, la 60°C roşie închisă, la 70°C maron ca ciocolata şi la temperaturi mai ridicate se înnegreşte, culoarea fiind reversibilă, dacă încălzirea nu a fost prea puternică; sulfura de mercur la temperatura ambiantă este roşu aprins, la temperaturi de 250°C este cafenie deschis, iar la 320°C este neagră (este reversibilă).

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 258

Coeficientul de emisiune (negreală) al radiației totale (ε_t) pentru unele materiale, la diferite temperaturi reale

Materialul	Temperatura °C	ε_t
Argint	1 000	0,035
Cărămidă de silica, emailată, rugoasă	1 100	0,85
Cărămidă de șamotă emailată	1 100	0,75
Cărbune	1 100...1 500	0,52
Crom	100...1 000	0,08 ...0,26
Crom-nichel	125...1 034	0,64 ...0,76
Cupru topit	1 100...1 300	0,15 ...0,13
Fier	1 000...1 400	0,08 ...0,13
Fier lustruit	425...1 020	0,144...0,377
Fier turnat neprelucrat	925...1 115	0,8 ...0,95
Fontă	1 300	0,29
Nichel	1 000...1 400	0,056...0,069
Oțel turnat lustruit	770...1 040	0,52 ...0,56
Oxid de cupru	800...1 100	0,66 ...0,54
Oxid de fier	500...1 200	0,85 ...0,95
Oxid de nichel	600...1 300	0,54 ...0,87
Sîrmă de platină	225...1 375	0,073...0,182
Tablă de oțel șlefuită	940...1 100	0,55 ...0,61
Tantal	1 300...2 500	0,19 ...0,30
Wolfram	1 000...3 000	0,15 ...0,34

Înregistratoare de temperatură: aparate de măsurat temperatura prevăzute cu dispozitive de înregistrare pe diagrame. Pot fi: termografe cu termometru bilamă, cu termometru manometric, cu termometru cu rezistență, cu logometru înregistrator, cu punte electronică echilibrată, cu termocuplu. Verificările acestora se fac potrivit instrucțiunilor de verificare respective (sînt menționate la prezentarea aparatelor din categoria cărora aparțin), înregistratoarele electrice automate de temperatură verificîndu-se potrivit prevederilor din Instrucțiunile 157-61.

Regulatoare automate de temperatură: aparate de măsurat temperatura prevăzute cu contacte electrice cari la atingerea unei temperaturi prescrise (în creștere sau descreștere) stabilesc închideri sau deschideri de circuite care acționează asupra unor diferite aparate sau mașini electrice etc. Pot fi: cu lichid, cu bilamă, manometrice, cu rezistență electrică, cu termocupluri. Se verifică conform instrucțiunilor respective, în plus, exactitatea și eficacitatea stabilirii contactului electric la temperaturile prescrise.

Scanned with OKEN Scanner

Termostate: incinte prevăzute cu dispozitive de încălzire şi de răcire în scopul menţinerii unei temperaturi constante. Distingem:

— *termostate Höppler*, la care se poate menţine o temperatură constantă în limitele $\pm$ 0,04°C, un timp îndelungat. Sînt prevăzute cu un motoraş care acţionează un agitator mecanic şi o pompă de evacuare, cu care se trimite apa termostatată în orice recipient în care se caută menţinerea unei temperaturi constante. Încălzirea este realizată printr-o rezistenţă electrică iar răcirea printr-un tub spiral prin care circulă apa. Regulatorul este un termometru cu contacte tip Wertex, în zecimi de grad. Domeniu de temperaturi reglabile: + 10°C ... +250°C, folosind în baie diferite lichide corespunzătoare;

— *termostate Wobser*: se deosebesc de *t*. Höppler prin faptul că au două pompe, una de evacuare şi alta de absorbţie, vasul în care voim să obţinem termostatarea putînd fi deschis şi aşezat la orice nivel faţă de termostat, precum şi prin faptul că poate fi utilizat la termostatarea a două incinte separate, îndeplinind deci funcţia a două termostate Höppler;

— *termostate cu tampon*: termostate folosite la termostatarea unor obiecte (sau aparate) aflate într-un lichid altul de cît cel care realizează circuitul de termostatare, putîndu-se ameliora termostatarea dată de un termostat Wobser de $\pm$ 0,04°C, la $\pm$ 0,01°C iar dacă se foloseşte ca lichid tampon ulei cu inerţie termică mare, chiar la $\pm$ 0,005°C;

— *diatermostate*: termostate la care rezistenţa de încălzire este suprimată, încălzirea obţinîndu-se prin efectul de încălzire al stratului de soluţie apoasă aflat între două vase de cupru introduse unul în celălalt, cel din exterior fiind legat la pămînt iar cel din interior fiind izolat electric şi termic faţă de exterior. Lichidul de termostat se află în vasul exterior. Lichidul care realizează termostatarea are introdus în el un regulator de temperatură Wertex care comandă printr-un releu un motor pentru punerea în funcţiune a pompelor de absorbţie şi de evacuare, precum şi agitatorul. Se pot termostata şi vase exterioare, pînă la limita $\pm$ 0,005°C;

— *cuptoare termostate*: cuptoare electrice prevăzute cu dispozitiv de reglare automată a temperaturii. Se realizează pentru temperaturi pînă la 1 300°C, cu o constanţă de $\pm$ 2°C.

D. *TRANSMITEREA UNITĂŢII DE TEMPERATURĂ*

Transmiterea unităţii de temperatură se realizează potrivit schemei din fig. 258 şi utilizînd relaţiile de interpolare arătate la paragraful B. În tabela 259 sînt indicate instrucţiunile de verificare apărute pînă în prezent, iar în tabela 260 termenele de verificare.

Scanned with OKEN Scanner

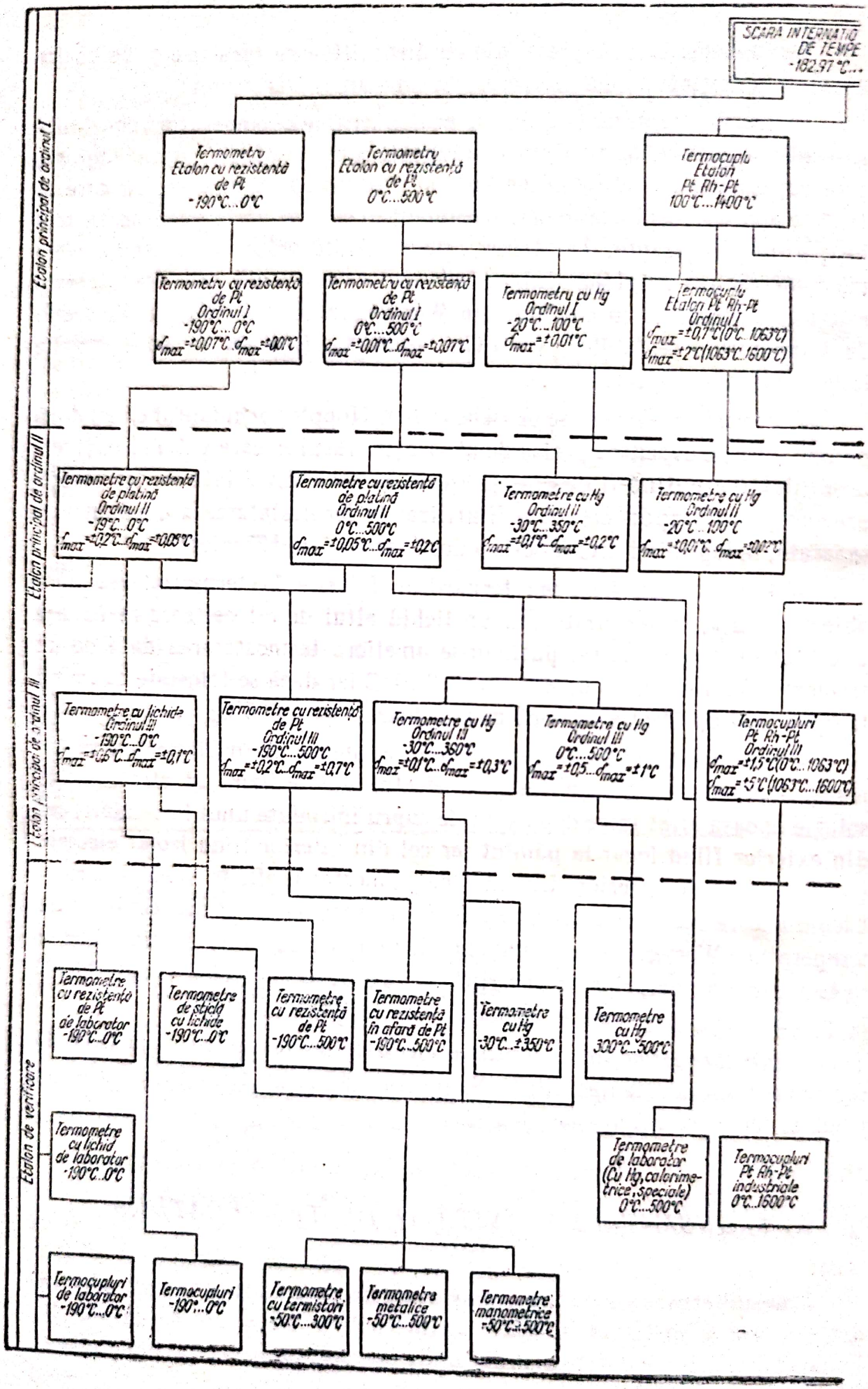
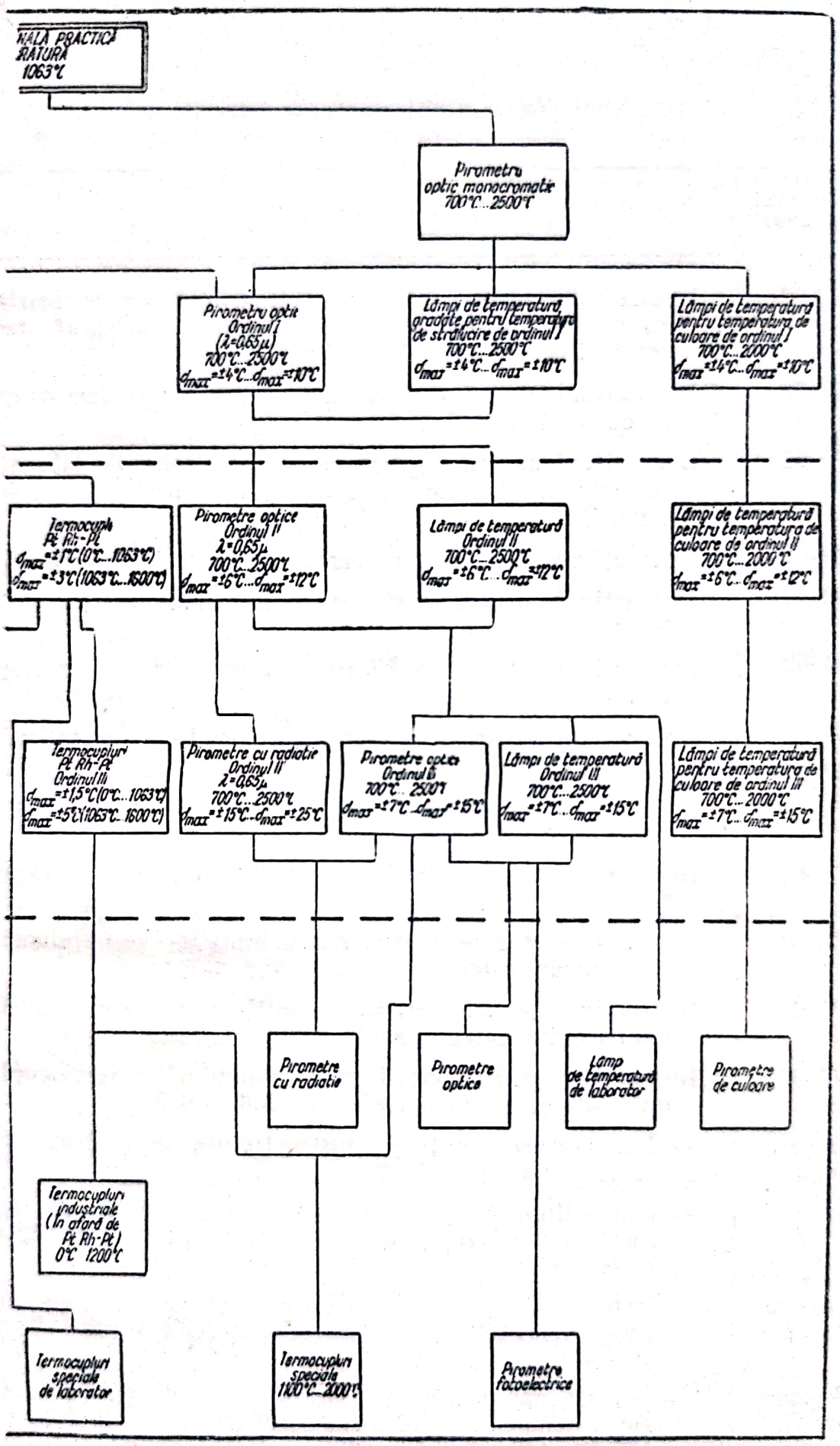


Fig. 258. Schema de principiu de



transmitere a unității de temperatură.

Tabela 259

Instrucţiuni pentru verificarea aparatelor de măsurat temperaturi

Numărul şi anul	Titlul
13–62	Instrucţiuni pentru verificarea termometrelor industriale cu pentan, alcool sau toluen, pentru măsurat temperaturi de la —200 la +1000°C.
59–62	Instrucţiuni pentru verificarea pirometrelor cu termocuplu şi cu milivoltmetru indicator.
73–62	Instrucţiuni pentru verificarea termometrelor de laborator cu lichide, din sticlă sau cuarţ, cu scări de la –200... 1 800°C.
82–62	Instrucţiuni pentru verificarea pirometrelor optice.
98–62	Instrucţiuni pentru verificarea termometrelor cu rezistenţă.
101–62	Instrucţiuni pentru verificarea pirometrelor cu radiaţie totală.
104–62	Instrucţiuni pentru verificarea termometrelor metalice.
157–61	Instrucţiuni pentru verificarea înregistratoarelor electrice automate de temperatură (compensatoare şi punţi electronice automate).
171–62	Instrucţiuni pentru verificarea lagometrelor magnetoelectrice indicatoare de temperatură.
175–62	Instrucţiuni pentru verificarea cablurilor de prelungire a termocuplurilor.
176–62	Instrucţiuni pentru verificarea milivoltmetrelor magnetoelectrice indicatoare pentru termocupluri.
177–62	Instrucţiuni pentru verificarea ansamblurilor termocuplu-milivoltmetru magnetoelectric indicator.
Broşura nr. 1	— Temperaturi (conţine instrucţiunile nr.: 2–62, 3–62, 13–62, 73–62 şi 104–62).
Broşura nr. 7	— Instrucţiuni pentru verificarea mijloacelor de măsurat temperaturi (conţine instrucţiunile nr. 82–62 şi 101–62).
Broşura nr. 11	— Instrucţiuni pentru verificarea mijloacelor de măsurat temperaturi (conţine instrucţiuni nr. 98–62 şi 171–62).
Broşura nr. 12	— Instrucţiuni pentru verificarea mijloacelor de măsurat temperaturi (conţine instrucţiunile nr. 59–62, 175–62, 176–62 şi 177–62).

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 260

Aparate de măsurat temperaturi cuprinse la verificare

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termenul de verificare (maxim), în ani, sau verificare la fabricaţie, reparaţie ori import	Observaţii
1	Termometre etalon din sticlă sau cuarţ, cu lichid, cu valoarea diviziunii 0,1°C şi mai mică	1	O.S.M.
2	Termometre etalon din sticlă sau cuarţ, cu lichid, cu valoarea diviziunii de 0,2°C, pînă la 100°C inclusiv	2	O.S.M.
3	Termometre etalon din sticlă sau cuarţ, cu lichid, cu valoarea diviziunii de 0,2°C peste 100°C	2	O.S.M.
4	Termometre de laborator din sticlă sau cuarţ, cu lichid, cu valoarea diviziunii 0,2°C, pînă la 100°C inclusiv	3	—
5	Termometre de laborator din sticlă sau cuarţ, cu lichid, cu valoarea diviziunii 0,2°C, peste 100°C	3	—
6	Termometre de laborator din sticlă sau cuarţ, cu lichid, cu valoarea diviziunii 0,5°C...2°C pînă la 100°C inclusiv	3	—
7	Termometre de laborator, din sticlă sau cuarţ, cu lichid, cu valoarea diviziunii 0,5°C...2°C, peste 100°C	3	
8	Termometre medicale (umane şi veterinare)	F.R.I.	O.S.M.
9	Termometre tehnice din sticlă sau cuarţ, cu lichid, pînă la 100°C inclusiv	3	—
10	Termometre tehnice din sticlă sau cuarţ, cu lichid peste 100°C	3	
11	Termometre tehnice din sticlă sau cuarţ, cu lichid, pentru frigorifere	3	—
12	Termometre din sticlă cu lichid		

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 260 (continuare)

Nr. poz.	Denumirea mijloacelor de măsurare	Termenul de verificare (maxim), în ani, sau verificare la fabricaţie, reparaţie ori import	Observaţii
	pentru baie, camere exterioare etc.	F.R.I.	—
13	Termometre manometrice şi bimetalice pînă la 100°C inclusiv	3	—
14	Termometre manometrice şi bimetalice peste 100°C	3	—
15	Termometre manometrice de bord	F.R.I.	—
16	Termometre etalon cu rezistenţă electrică	1	O.S.M.
17	Termometre tehnice cu rezistenţă electrică	1	—
18	Termocupluri etalon	1	O.S.M.
19	Termocupluri	1	—
20	Cabluri de prelungire a termoelectrozilor (cabluri de compensaţie)	F.R.I.	—
21	Aparate electrice indicatoare, de temperatură (logometre, milivoltmetre) clasa 0,5 şi mai mică	1	—
22	Aparate electrice indicatoare de temperatură (logometre, milivoltmetre) clasa 1, 1,5 şi 2,5	1	—
23	Aparate electrice automate indicatoare de temperatură (compensatoare electronice şi electromecanice, punţi electronice şi electromecanice)	1	—
24	Ansambluri pentru măsurarea temperaturii cu un singur traductor (termometru de rezistenţă sau termocuplu)	1	—
25	Pirometru optic monocromatic etalon, cu dispariţia filamentului	1	O.S.M.
26	Pirometru optic monocromatic tehnic, cu dispariţia filamentului	1	—
27	Instalaţie etalon pentru verificarea pirometrelor optice monocromatice	1	O.S.M.

Scanned with OKEN Scanner

2. CANTITATEA DE CĂLDURĂ ŞI CELELALTE MĂRIMI CALORICE

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Cantitate de căldură: sinonim cu cantitate de energie calorică, avînd aceleaşi dimensiuni şi unităţi de măsură ca orice energie, respectiv lucru mecanic. În plus, ca unităţi în afară de sisteme, unităţile calorice şi respectiv frigoria (vezi la energie).

Capacitate calorică(C): produsul dintre masa corpului şi căldura specifică a substanţei din care este constituit. Este numeric egală cu masa de apă care are aceeaşi capacitate calorică cu cea a corpului considerat (sinonimul: capacitate termică şi echivalent în apă a capacităţii calorice). Ecuaţia de definiţie $[C] = Q/\Delta\theta$. Dimensiuni $[C] = L^2MT^{-2}\theta^{-1}$ (în sistemul SI şi LMTθ). În sistemul LFTθ, $[C] = LF\theta^{-1}$;

— *joule pe grad* (J/grd): unitate de măsură pentru capacitatea calorică în sist. S-I. şi M.K.S., definită ca fiind capacitatea calorică a corpului a cărui temperatură creşte cu un grad, cînd primeşte o cantitate de căldură de un joule;

— e r g . p e g r a d (erg/grd) unitate C.G.S. de capacitate calorică. Relaţii : 1 J/grd = 10^7 erg/grd.

Căldură specifică sau capacitate calorică specifică (c): cantitatea de căldură necesară ridicării unităţii de masă dintr-un corp cu o unitate de temperatură. Ecuaţia de definiţie: $c = Q/m.\ \Delta\theta$. Dimensiuni: $[c] = L^2T^{-2}\theta^{-1}$ (în SI şi LMTθ). În sistemul LFTθ, $[c] = LFM^{-1}\theta^{-1}$;

— *Joule pe kilogram grad* (J/kg · grd) unitate S.I. şi M.K.S. de căldură specifică, definită ca fiind căldura specifică a corpului a cărui temperatură creşte cu un grad Celsius, cînd primeşte o cantitate de căldură de un joule pentru fiecare kilogram;

— *erg. pe gram grad* (erg/g · grd) unitate C.G.S. de căldură specifică. Relaţii: 1 J/kg · grd = 10^4 erg/g · grd.

Conductivitate termică (λ): mărime care caracterizează propagarea căldurii din aproape în aproape, prin masa unui material (termenul este folosit uneori pentru coeficientul de conductibilitate termică). Ecuaţia de definiţie: $\lambda = Q/-A^t \frac{\Delta\theta}{\Delta l_n}$. Dimensiuni: $[\lambda] = LMT^{-3}\theta^{-1}$ (în S.I. şi L.M.T.). În sistemul L.F.T., $[\lambda] = FT^{-1-}\theta^{1}$;

— *watt pe metru-grad* (W/m · grd): unitate S.I. şi M.K.S. de conductivitate termică definită ca fiind conductivitatea termică a corpului omogen şi izotrop, prin care trece, în regim permanent, printr-o suprafaţă izotermă avînd aria de un metru pătrat, o cantitate de căldură de un Joule pe secundă, la o variaţie de temperatură de un grad Celsius pe metru, măsurată pe normala la suprafaţa izotermă;

Scanned with OKEN Scanner

— *erg pe centimetru-secundă-grad* (erg/cm · s · grd): unitatea C.G.S. de conductivitate termică. Relaţii $1 \frac{W}{m \cdot grd} = \frac{erg \cdot 10^5}{cm \cdot s \cdot grd}$.

Entropie (S): mărime care caracterizează starea unui sistem fizico-chimic exprimată prin suma cîturilor dintre cantităţile de căldură primite sau cedate de el şi temperaturile absolute la care primeşte, respectiv cedează aceste cantităţi de căldură, cînd se produce un şir de transformări reversibile între o stare de referinţă şi starea pe care o caracterizează entropia. Ecuaţia de definiţie: $S = \int \frac{dQ}{T}$. Dimensiuni: $[S] = L^2MT^{-2}\theta^{-1}$ (în sist. S.I. şi L.M.T.). În sist. LFT, $[S] = LF\theta^{-1}$.

— *Joule pe grad absolut* (J/°K): unitate S.I. şi MKS de entropie, definită ca fiind creşterea de entropie a unui corp, atunci cînd i se transmite izoterm şi reversibil la temperatura T°K o cantitate de căldură egală cu T jouli;

— *erg pe grad absolut* (erg/°K): unitatea C.G.S. de entropie.

Relaţii: $1 \frac{J}{°K} = 10^7 \frac{erg}{°K}$.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE A MĂRIMILOR CALORICE*

Calorimetre aparate folosite la măsurarea cantităţilor de căldură, bazate fie pe măsurarea variaţiei temperaturii unei anumite cantităţi dintr-o substanţă de referinţă, numită substanţă calorimetrică, fie pe schimbarea stării ei de agregare. Distingem:

— *calorimetre cu variaţie de temperatură*: calorimetre în care cantitatea de căldură ce se măsoară provoacă fie ridicarea, fie coborîrea temperaturii cantităţii determinate de substanţă calorimetrică, Sînt alcătuite în general dintr-un vas calorimetric (cu forma şi dimensiuni variate în funcţie de destinaţie), substanţa calorimetrică (care de asemenea poate diferi de la caz la caz, cea mai folosită fiind însă apa), termometrul pentru determinarea variaţiei de temperatură (şi implicit a schimbului de căldură) şi unele piese accesorii (de ex. agitator de amortizare a substanţei calorimetrice,în cazul cînd aceasta este un lichid). Dacă se neglijează pierderile de căldură, cantitatea de căldură în cazul măsurării prin ridicarea temperaturii substanţei calorimetrice este dată de relaţia:

$$Q = (M_c + \Sigma m_i \cdot c_i)\ (\theta - t_1),$$

în care M este masa substanţei calorimetrice şi c — căldura specifică a acesteia; m_i şi c_i — masa şi căldura specifică a fiecăreia dintre substanţele diferite din care este alcătuit întregul dispozitiv; $\theta - t_1$ fiind ridicarea temperaturii. În determinările de precizie se ţine seama şi de

Scanned with OKEN Scanner

pierderile de căldură datorite fie schimbului de căldură cu exteriorul, fie evaporării locale a unei părți din substanța calorimetrică în contact cu corpul cald introdus. Pierderile se calculează prin măsurarea temperaturii substanței calorimetrice înainte și după ce aceasta a primit (sau a cedat) cantitatea de căldură de măsurat. Se poate evita pierderea de căldură prin izolare termică, precum și prin metoda adiabatică, în care temperatura mediului ambiant variază în același timp și în același mod cu temperatura dispozitivului calorimetric. Tipuri mai des folosite:

— c a l o r i m e t r e a d i a b a t i c e: calorimetre cu variație de temperatură, constituite din doi recipienți din cupru, coaxiali și cu pereții auriți și lustruiți, separați printr-un strat de aer, introduși într-o baie de apă conținută într-o incintă-termostat. Temperatura substanței calorimetrice și inclusiv a băii termostatate este citită cu un termometru. Omogenizarea se realizează cu un agitator. Variante constructive: calorimetre Richards, calorimetre Berthelot, calorimetre Eucken (pentru temperaturi joase), calorimetre Hartley, (pentru determinarea puterii calorifice a unui combustibil gazos), calorimetre Magnus (pentru determinarea căldurii specifice la temperaturi înalte), calorimetre Nernst (pentru determinarea căldurii specifice a corpurilor solide), calorimetre Rümelin (pentru determinarea căldurilor de diluție ale soluțiilor de electroliți, la care măsurarea se face comparînd deviațiile unui galvanometru legat în circuitul unui termocuplu, pentru încălzirea substanței calorimetrice prin efectul termic studiat și pentru încălzirea în urma introducerii în substanța calorimetrică a rezervorului unui termometru Bekmann adus în prealabil la o temperatură mai înaltă decît aceea a substanței).

— c a l o r i m e t r e i z o t e r m e: calorimetre în care cantitatea de căldură de măsurat produce schimbarea stării de agregare a cantității prestabilite de substanță calorimetrică. Variante constructive: calorimetre Bunsen (la care cantitatea de căldură cedată de substanța cercetată este preluată de o cantitate determinată de gheață care se topește parțial), calorimetre cu condensare de vapori (la care cantitatea de căldură este determinată prin cantitatea de apă condensată pe suprafața corpului de cercetat cînd acel corp e introdus în vaporii degajați de apa care fierbe, căldura latentă de condensare a apei fiind dată de relația $c = mL/M\ (100 - t)$, în care m este masa apei condensate; M — masa corpului introdus; t — temperatura lui inițială și c căldura specifică pe care o are și L — căldura latentă de condensare a apei).

Capitolul

8 MĂRIMI FOTOMETRICE[1])

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI*

Intensitate luminoasă (I'): mărime fundamentală în sistemele S.I. și L.M.T.I (definiția pe care o are încă și în prezent corespunde unei mărimi derivate, fapt pentru care dacă va mai rămîne mărime fundamentală, va trebui să capete în viitor o definiție corespunzătoare mărimilor fundamentale): fluxul luminos emis într-o anumită direcție de o sursă de lumină punctuală, raportat la unitatea de unghi spațial ($I' = d\Phi/d\omega$);

— *Intensitate luminoasă orizontală medie*: media aritmetică a valorilor intensității luminoase a unei surse de lumină punctiforme, în toate orientările unui plan orizontal care trec prin sursă;

Bibliografie:

Bărbulescu N., Elemente de fizică generală, Ed. Did. și Ped. București, 1961.

Denis-Papin et Wallot J., Métrologie Générale (vol. II), Ed. Dunod, Paris, 1960.

Ivanovici, G., Metrologie Generală și Aplicată, Ed. Did. și Ped., București, 1962.

Lealikov, L., Metode fizico-chimice de analiză (tr. l.r.), Ed. Did. și Ped., București, 1963.

Oncescu, M., Mărimi și unități în fizică, Ed. Tehn. București, 1955.

* * * Lexiconul Tehnic Român (vol. 1—14), București, Ed. Tehnică.

* * * Dicționarul Enciclopedic Român, vol. I—II, Ed. Politică, București, 1962—1964.

* * * Colecțiile revistei „Metrologia Aplicată" (organ al D.G.M.S.I.) pe anii 1954—1955.

Prospecte de aparate

[1]) Sînt prezentate numai principalele mărimi fotometrice cu unitățile lor de măsură, precum și cîteva mijloace de măsurare mai importante. Tendința actuală este de a se lărgi simțitor numărul unităților fotometrice, pe baza relațiilor energetice.

Scanned with OKEN Scanner

— *intensitate luminoasă sferică medie*: media aritmetică a valorilor intensității luminoase a unei surse punctiforme în toate orientările din spațiu.

Candelă (cd): unitate fundamentală S.I., MKS cd și CGS cd, definită ca fiind intensitatea luminoasă emisă în direcție normală la temperatura de solidificare a platinei de către suprafața unui radiator integral (corp negru) cu aria de 1/600 000 m^2;

— *etalonul Violle*: unitate veche (părăsită), definită ca fiind sursa luminoasă constituită de un pătrat cu latura de 1 cm luat la suprafața unei băi de platină care radiază în direcție normală la temperatura de solidificare a platinei;

— *lumînare zecimală*: unitate veche (părăsită) definită ca fiind intensitatea luminoasă egală cu a 20-a parte din cea a etalonului Violle;

— *lumînare internațională* (l. int.) unitate veche (părăsită) stabilită convențional în 1909 între Franța, Anglia și S.U.A.) și denumită din 1939 pînă în 1948 (cînd a fost părăsită) l u m î n a r e n o u ă, reprezenta o racțiune din intensitatea luminoasă produsă în condiții determinate de lămpi-etalon cu filament de carbon aparținînd unui grup de lămpi-etalon primare (avea valoarea aproximativ cu 2% mai mare decît candela 1 l. int. = 1,0197 cd.

— *lumînare Hefner*: unitate veche (părăsită), egală cu 0,4 lumînări internaționale. Era materializată printr-o lampă-etalon avînd drept combustibil acetat de amil.

Flux luminos (Φ): energia luminoasă total radiată de un izvor luminos, evaluată după senzația luminoasă pe care o produce ($\Phi = \int d\Phi$). Definit ca mărime derivată în funcție de mărimea fundamentală, intensitatea luminoasă, $\Phi = I'\omega$, în care ω este unghiul solid cu vîrful în izvorul luminos ($\omega = 4\pi$ steradiani) sub care se radiază lumina. Dimensiuni: $[\Phi] = I'$.

Lumen (lm): unitate derivată SI, MKS cd și C.G.S. cd., fluxul luminos emis în unitatea de unghi solid (steradian) de un izvor luminos punctiform și uniform, avînd intensitatea luminoasă de o candelă (1 lm = = 1 cd.1 sr.)

Iluminare (E): mărime derivată S.I. și L.M.T., definită ca fiind raportul dintre fluxul luminos $d\Phi$ și elementul de suprafață cu aria dA care îl primește ($E = d\Phi/dA$). Se folosește iluminarea medie, definită ca fiind raportul dintre fluxul luminos primit de o suprafață și aria suprafeței respective ($E = \Phi/A$). Dimensiuni: $[E] = L^{-2} I'$.

Lux (lx): Unitate derivată S.I., definit ca fiind iluminarea unei suprafețe care primește un flux luminos de un lumen uniform repartizat

Scanned with OKEN Scanner

pe un metru pătrat (1 lx = 1 lm/m²). Submultiplul său, mililuxul (mlx) se întîlneşte şi sub denumirea de nox (1 mlm = 1 nox);

— *phot* (*ph*): unitate C.G.S. cd; 1 ph = 1 lm/cm².

Relaţii: 1 ph = 10^4 lx.

Strălucire sau **luminanţă** (B): mărime care caracterizează o suprafaţă din punct de vedere al radiaţiei luminoase emise după o direcţie dată (precizată cu ajutorul unghiului pe care îl face normala considerată pe suprafaţa luminoasă), definită ca fiind raportul dintre intensitatea luminoasă a unei surse de lumină într-o direcţie oarecare şi suprafaţa proiecţiei acelei surse pe un plan normal la direcţia respectivă ($B = I'/A$). Dimensiuni: $[B] = L^{-2} I'$.

Candelă pe metru pătrat (cd/m²): unitate derivată S.I. şi MKS cd (întîlnită şi sub denumirea de nit, simbol nt, neconfirmată de Conferinţa Generală de măsuri şi greutăţi), definită ca fiind strălucirea uniformă a unui izvor luminos plan de un metru pătrat, a cărui intensitate luminoasă în direcţia normală la plan este de o candelă.

— *stilb* (sb): unitate C.G.S. cd. de strălucire, cu submultiplii săi: apostilb (asb); 1 asb = $\frac{1}{\pi} \cdot 10^{-4}$ sb; lambert (La); 1 La = $= \frac{1}{\pi}$ sb.

Emitanţă (radiantă) (R): fluxul luminos total emis de unitatea de suprafaţă ($R = \Phi/A$). Dimensiuni: $[R] = L^{-2} I'$. Are aceleaşi unităţi de măsură cu ale iluminării (Emitanţa emite fluxul, în timp ce iluminarea îl primeşte).

Factor de eficacitate luminoasă (η): raportul dintre fluxul luminos emis de un izvor şi puterea consumată pentru a-l emite ($\eta = \Phi/P$). Dimensiuni: $[\eta] = L^{-2}M^{-1} T^3 I'$.

Lumen pe watt (lm/W): unitate derivată S.I. şi M.K.S. cd., definită ca fiind factorul de eficacitate luminoasă a unui izvor care emite un flux total de un lumen pentru o putere consumată de un watt.

Cantitate de lumină (Q): produsul dintre fluxul luminos emis sau primit şi timpul în care are loc emiterea sau primirea ($dQ = \Phi dt$, respectiv $Q = \Phi t$). Dimensiuni: $[Q] = TI'$.

Lumen-secundă (lms): unitate derivată S.I. şi M.K.S.cd. de cantitate de lumină egală cu produsul dintre 1 lumen şi 1 secundă (1 lms = 1 lm · 1s).

Cantitate de iluminare(L): produsul dintre iluminarea unei suprafeţe şi timpul în care are loc ($dL = E \cdot dt$, respectiv $L = E \cdot t$). Dimensiuni: $[L] = L^{-2}TI'$.

Scanned with OKEN Scanner

Lux-secundă (lxs): unitate derivată S.I. şi M.K.S. cd de cantitate de iluminare, egală cu iluminarea dată de un flux de un lumen pe o suprafaţă de un metru pătrat în timp de o secundă, respectiv cu produsul dintre un lux şi o secundă (1 lxs = 1 lx · 1 s).

B. *APARATE DE MĂSURAT MĂRIMI FOTOMETRICE*

Fotometre: aparate de măsurat intensitatea izvoarelor luminoase prin isocromatism vizual, respectiv prin egalizarea iluminărilor date pe un ecran fotoreceptor de către un izvor luminos cu luminozitate (etalon) şi izvorul a cărui luminozitate se măsoară (fotometre vizuale). Iluminarea produsă de un izvor punctual pe un ecran fiind direct proporţională cu intensitatea luminoasă a izvorului şi invers proporţională cu patratul distanţei la care se află izvorul faţă de ecran, respectiv, $E = I'/r^2$. La egalizarea iluminării se obţine:

$$\frac{I'_1}{r_1^2} = \frac{I'_2}{r_2^2},$$

unde: I'_1 şi I'_2 sînt intensităţile luminoase ale celor două izvoare şi r_1^2 şi r_2^2 — patratele distanţelor lor pînă la ecranul fotoreceptor. Cunoscînd intensitatea luminoasă a unuia din izvoare şi măsurînd distanţele pînă la ecranul respectiv, se determină intensitatea luminoasă a celuilalt izvor folosind relaţia arătată. Dacă izvoarele de comparat sînt colorate diferit, fotometrele vizuale nu se mai pot folosi, deoarece nu este posibil să stabilim vizual egalitatea de iluminare a două suprafeţe colorate diferit. În acest caz se folosesc fotometre fotoelectrice, prevăzute cu celulă fotoelectrică. Distingem:

— *fotometre cu banc fotometric*: *f*, care permit egalizarea strălucirilor a două ecrane fotometrice care formează un diedru sau care se proiectează unul pe altul prin deplasarea fie a uneia din sursele luminoase pe bancul fotometric, fie a sistemului de ecrane în raport cu sursele luminoase fixe. Dacă I'_n este intensitatea sursei de măsurat, I'_e — intensitatea cunoscută a sursei-etalon şi r_n şi r_e distanţele respective la ecranul fotometric, atunci

$$I'_n = I'_e \frac{r_n^2}{r_e^2}.$$

În această categorie intră fotometrele Bechstein şi fotometrele Martens.

— *fotometre Brodhun-Lummer*, a căror schemă (fig. 259) conţine un cub fotometric Lummer (C), compus din două prisme cu reflexiune totală suprapuse pe suprafaţa lor ipotenuză (care este transparentă la mijloc şi reflectantă la margini pentru a putea forma plajele fotometrice corespunzătoare surselor luminoase (S_e şi S_x), ecranul fotometric (E), oglinzile

O_1 şi O_2) şi o lunetă de observare (L). Cînd faţa din dreapta a ecranului este mai puternic luminată decît cea din stînga aspectul cîmpului în lunetă este cel însemnat cu *1*, iar cînd cea din stînga este mai puternic luminată

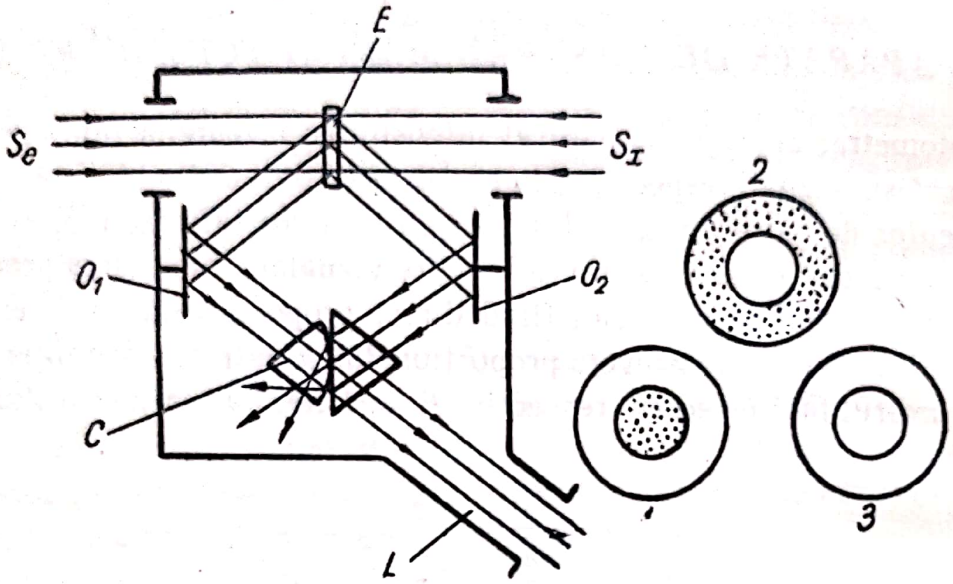


Fig. 259. Schema fotometrului Brodhun-Lummer.

decît cea din dreapta, cel însemnat cu *2*. La egalitate de iluminare, aspectul este cel notat cu *3*.

— *fotometre cu indicaţie directă*: fotometre alcătuite din două tuburi aşezate perpendicular, în primul (care serveşte şi ca lunetă de vizare) aflîndu-se un cub fotometric care primeşte atît razele sursei de măsurat, cît şi ale sursei-etalon, iar al doilea, sursa-etalon (constituită dintr-o lampă fotometrică instalată pe o riglă gradată) şi un ecran. Vizarea sursei de măsurat se face de la o distanţă măsurată, egalizarea iluminării observate prin ocularul primului tub realizîndu-se prin deplasarea riglei pe care se află sursa-etalon. Pentru o distanţă prestabilită de vizare a sursei de măsurat şi pentru o anumită sursă-etalon, rigla se poate grada direct în unităţi de intensitate luminoasă. Pe acelaşi principiu se bazează şi fotometrele Weber.

Lumenmetre: aparate care dau direct în lumeni, printr-o singură măsurare, fluxul total al unei surse luminoase, a căror funcţionare se bazează pe principiul sferei integrante a lui Ulbricht (incintă sferică cu diametrul de 2 m sau chiar mai mult, vopsită pe pereţi cu vopsea albă în care se află sursa de măsurat. Sfera este prevăzută cu o mică deschidere care funcţionează ca o sursă de lumină a cărei intensitate depinde de fluxul total emis de sursa conţinută în sferă). Aparatul măsurător este un fotometru cu care se compară intensitatea deschiderii cu intensitatea unei surse-etalon. Sfera se etalonează pentru emiterea unui flux cunoscut.

Scanned with OKEN Scanner

Luxmetre: aparate portative (similare fotometrelor cu indicație directă) care au două plaje fotometrice, una provenind de la o suprafață difuzantă căreia i se poate regla iluminarea dată de o sursă luminoasă de referință (constantă) cu care este echipat aparatul, iar cealaltă de la suprafața a cărei iluminare se măsoară. Distingem:

— *luxmetre bazate pe variația distanței*, alcătuite dintr-un cub fotometric, un ocular prin care se privesc cele două plaje fotometrice, lampa care constituie sursa de referință și care poate să se deplaseze pe o riglă (gradată direct în lucși) pînă la obținerea echilibrului fotometric, cînd se face citirea pe riglă;

— *luxmetre bazate pe variația înclinării*, la care sursa luminoasă de referință este fixă iar ecranul se poate roti pînă la obținerea echilibrului fotometric, cînd se citește pe scara gradată a cadranului iluminarea în lucși în dreptul poziției în care s-a deplasat acul indicator odată cu rotirea ecranului fotometric;.

— *luxmetre bazate pe strălucire fixă*, la care lampa care constituie sursa de referință ilumineză prin intermediul unui ecran difuzant o serie de orificii numerotate, practicate într-un ecran alb opac, iluminarea fiind cu atît mai slabă, cu cît sînt mai depărtate de sursa de iluminare. Pentru măsurare, se expune ecranul iluminării de măsurat și se citește valoarea pe care o are, în dreptul orificiului corespunzător echilibrului fotometric;

— *luxmetre bazate pe efectul fotoelectric*, la care efectul fotoelectric este produs de o celulă cu seleniu alcătuită dintr-un strat de cristale de seleniu așezat pe o placă de fier, deasupra stratului de cristale fiind o peliculă metalică foarte subțire (transparentă) depusă prin evaporare în vid, la placa de fier și la peliculă fiind legate firele de conexiune. Cînd lumina interceptează stratul de seleniu apare curentul fotoelectric care deviază acul dispozitivului de măsurare al aparatului indicator odată cu devierea sistemului mobil. Aparatul constă dintr-un fotometru și un aparat electric de măsurat (care constituie dispozitivul de măsurare al luxmetrului) precum și unele rezistențe electrice pentru extinderea domeniului de măsurare, în locul acestora putînd fi diafragme sau filtre de lumină. Pentru măsurarea cu astfel de aparate trebuie să se respecte condițiile în care s-a făcut etalonarea. Luxmetrele etalon și tehnice ca și lămpile-etalon de intensitate și flux luminos, se verifică inițial și anual, în conformitate cu prevederile din normele interne O.S.M.

C. *TRANSMITEREA UNITĂȚILOR DE MĂSURĂ FOTOMETRICE*

Transmiterea unităților de măsură fotometrice se realizează potrivit schemei din fig. 260, în care sînt arătate atît mijloacele și metodele folosite, cît și ordinea transmiterii.

Scanned with OKEN Scanner

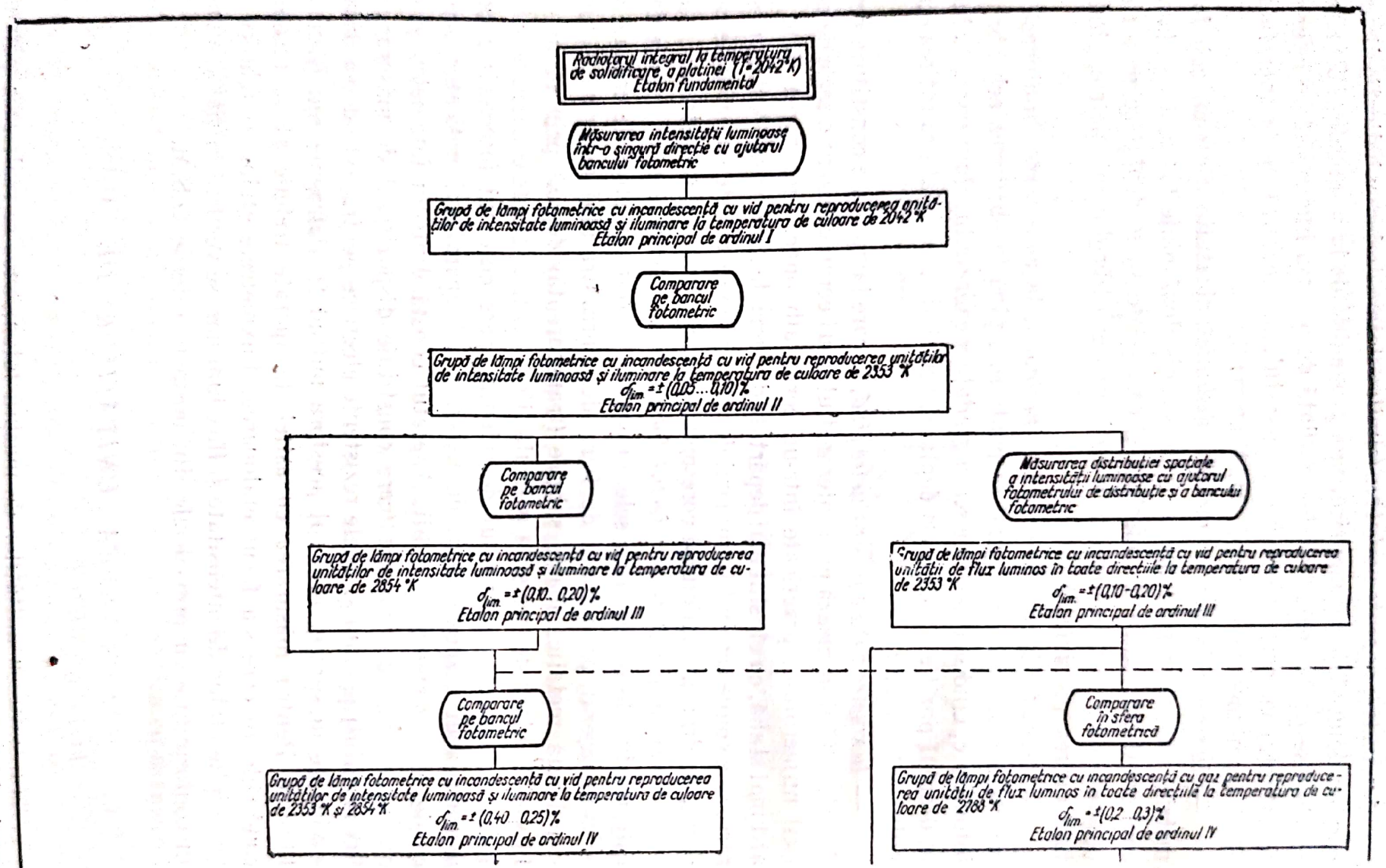
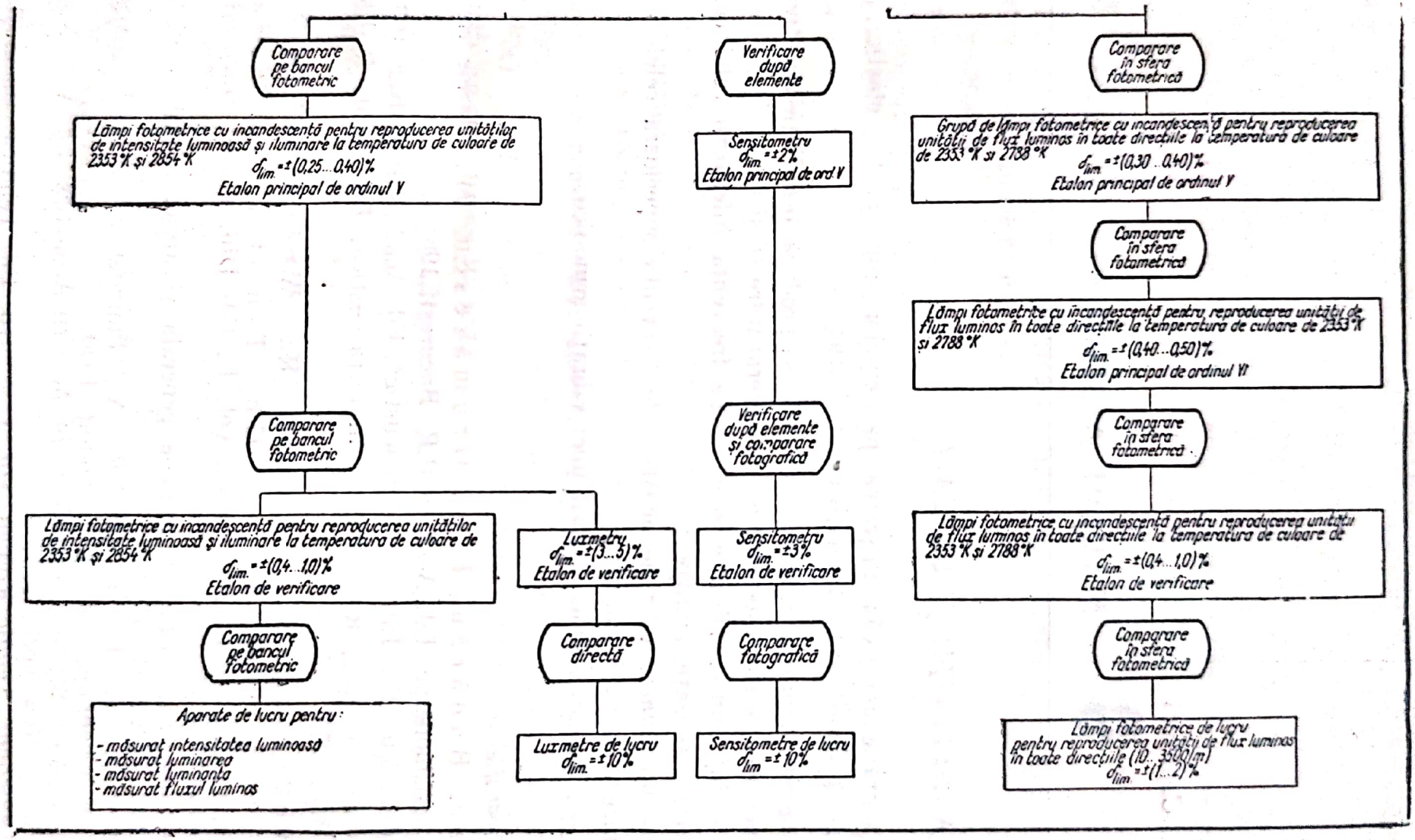


Fig. 260. Schema de principiu de trans-



Scanned with OKEN Scanner

Capitolul

9 MĂRIMI ACUSTICE

A. *DEFINIŢII ŞI UNITĂŢI*

Vibraţie acustică: mişcarea particulelor unui mediu elastic, de o parte şi de alta a unei poziţii de echilibru;

Sunet: vibraţie acustică, capabilă să producă o senzaţie auditivă. Frecvenţa sunetelor este cuprinsă în general între 16 şi 16 000 Hz.

— *Infrasunet*: vibraţie acustică de frecvenţă inferioară celei care produce o senzaţie auditivă;

— *ultrasunet*: vibraţie acustică de frecvenţă superioară celei care produce o senzaţie auditivă;

— *sunet pur*: sunet datorit unei vibraţii armonice;

Bibliografie

Acad. Bădărău, E. şi Grumăzescu, M., Bazele acusticii moderne. Ed. Acad. R.P.R. Bucureşti 1961.

Bădărău, E., Introducere în acustică. Ed. Acad. R.P.R. Buc. 1953.

Bădărău, E., Realizări noi în ultraacustică. Ed. Acad. R.P.R. Buc. 1955.

Bărbulescu N., Ţiţeica, R., Woinaroski, R., Eftimiu, C., Moisil, Gh., Timotin, A., Bîrcă-Gălăţeanu, D., Fizica, vol. I., Ed. Did. şi Ped. Bucureşti, 1964.

Ivanovici, Gh., Metrologie generală şi aplicată, Ed. Did. şi Ped. Bucureşti 1962.

Kinsler, E. L., Frey, R. A., Funndamentals of Acoustics, Ed. Chapman and Hall, London, 1950.

Swenson, W. G., Principles of Modern Acoustics, Ed. Van Nostrand. New-York, 1953.

*** Lexiconul Tehnic Român, vol. 1 ... 16, Ed. Tehnică, Bucureşti.

STAS 1957-60, Acustica, Terminologie, simboluri şi unităţi de măsură.

Scanned with OKEN Scanner

— *sunet vobulat*: sunet pur a cărui frecvență este variată periodic între limite fixe;

— *sunet complex*: sunet format din mai multe sunete pure.

Zgomot: sunet supărător, realizat dintr-o vibrație acustică fără componente bine definite.

— *zgomot alb*: sunet complex al cărui spectru funcție de frecvență este continuu și uniform într-o bandă de frecvențe suficient de largă.

Cîmp acustic: regiunea unui mediu elastic aflat în stare de vibrație, fiind sediul unor unde acustice.

Presiune acustică: presiunea într-un punct al unui mediu, datorită exclusiv undelor acustice;

— *presiune acustică instantanee* (p_i): presiune totală într-un punct al unui mediu la un moment dat, minus presiunea statică [1]) în acel punct. Dimensiuni: $[p_i] = L^{-1}MT^{-2}$;

— *presiune acustică maximă* (p_M): valoarea maximă a presiunii acustice instantanee din cursul unei perioade, într-un punct al unui mediu;

— *presiune acustică eficace* (p): valoarea medie patratică a presiunii acustice instantanee în interval de o perioadă, într-un punct al unui mediu;

— *presiune de radiație* (π) presiunea exercitată într-un punct dat al unui obstacol, de o vibrație acustică ce se propagă într-un mediu elastic.

Unitatea de măsură S.I. și M.K.S.: Newton pe metru patrat (N/m^2) $1N/m^2 = 10$ dyn/cm^2.

Energie acustică (W): energia conținută într-o porțiune dată a mediului, datorită exclusiv prezenței undelor acustice. Dimensiuni $[W] = L^2MT^{-2}$ (în S.I. și L.M.T.). Unitatea de măsură S.I: Joul (J). Unitate C.G.S.: erg. $1\ J = 10^7$ erg.

Flux de energie acustică (θ): Valoarea energiei acustice care străbate o arie dată dintr-un mediu de propagare, în unitatea de timp. Ecuație de definiție: $\theta = \frac{W}{t}$. Dimensiuni: $[\theta] = L^2MT^{-3}$. Unitate de măsură S.I.: Watt (W); unitate C.G.S.: erg. pe secundă erg/s) $1\ W = 10^7$ erg/s.

Densitate de energie acustică (E): energia acustică totală medie conținută în unitatea de volum, în mediul de propagare a undelor acustice. Ecuație de definiție: $E = \frac{W}{V}$. Dimensiuni (în S.I. și L.M.T.) $[E] = L^{-1}MT^{-2}$. Unitate de măsură S.I. și M.K.S.: Joule pe metru cub ($1J/m^3 = 10$ erg/cm^3).

---

[1]) Presiune statică (p_0): presiunea care există într-un mediu elastic în lipsa undelor acustice.

Scanned with OKEN Scanner

Intensitate acustică (I): fluxul de energie acustică, care străbate unitatea de arie perpendiculară pe direcţia de propagare. Ecuaţia de definiţie: $I = \frac{\theta}{A}$. Dimensiuni (S.I. şi L.M.T.): $[I] = MT^{-3}$. Unitate de măsură S.I. şi M.K.S.: watt pe metru patrat (W/m²); unitatea C.G.S.: erg pe secundă-centimetru patrat (erg/s.cm²) 1 W/m² = $= 10^3$ erg/s.cm².

Flux de viteză acustică (U; q): produsul dintre vectorul vitezei de deplasare a particulei şi aria unei suprafeţe normale pe direcţia vitezei. Ecuaţia de definiţie: U = u.A. Dimensiuni (S.I. şi L.M.T.): $[U] = L^3T^{-1}$. Unitate de măsură S.I. şi M.K.S.: metru cub pe secundă (m³/s); unitate C.G.S.: centimetru cub pe secundă (cm³/s); 1 m³/s = 10^6 cm³/s.

Impedanţă acustică (Z_a): raportul complex dintre presiunea acustică eficace pe o suprafaţă normală pe direcţia de propagare şi fluxul de viteză acustică corespunzător aceleiaşi suprafeţe. Ecuaţia de definiţie: $Z_a = \frac{p}{U}$. Dimensiuni (S.I. şi L.M.T): $[Z_a] = L^{-4}MT^{-1}$. Unitate de măsură S.I. şi M.K.S.: newton-secundă pe metru la puterea a cincea (N.s/m⁵); unitate C.G.S.: dină-secundă pe centimetru la puterea a cincea (din. s/cm⁵). Se mai numeşte şi „*ohm acustic*". 1 N. s/m⁵ = 10^{-5} din. s/cm⁵;

— *rezistenţă acustică* (R_a): componenta reală a impedanţei acustice;

— *reactanţă acustică* (X_a): componenta imaginară a impedanţei acustice.

Impedanţă acustică specifică (Z_s): raportul complex dintre presiunea acustică eficace într-un punct şi viteza de deplasare eficace a particulei în acel punct. Ecuaţie de definiţie: $Z_s = p/u$. Dimensiuni (S.I. şi L.M.T.): $[Z_s] = L^{-2}MT^{-1}$. Unitate de măsură S.I. şi M.K.S.: newton secundă pe metru la puterea a treia (N. s/m³); unitate C.G.S.: dină-secundă pe centimetru la puterea a treia (din. s/cm³). Se mai numeşte şi *Rayl*; 1 N. s/m³ = $= 10^{-1}$ dyn. s/cm³;

— *rezistenţă acustică specifică* (R_s): componenta reală a impedanţei acustice specifice;

— *reactanţă acustică specifică* (X_s): componenta imaginară a impedanţei acustice specifice.

Putere acustică (P): energia acustică totală radiată de o sursă acustică, în unitate de timp. Ecuaţie de definiţie: $P = W/t$. Dimensiuni (în S.I. şi L.M.T.) $[P] = L^2MT^{-3}$. Unitate de măsură S.I. şi M.K.S.: watt (W); unitate C.G.S.: erg. pe secundă (erg/s). 1 W = $= 10^7$ erg./s.

Scanned with OKEN Scanner

Impedanță de radiație acustică (Z_r): raportul complex dintre puterea acustică a sursei și pătratul vitezei de deplasare eficace a particulelor mediului de vibrație. Ecuație de definiție: $Z_r = P/v^2$. Dimensiuni (S.I. și L.M.T): $[Z_r] = MT^{-1}$. Unitate de măsură S.I. și M.K.S: newton-secundă pe metru (N. s/m); unitate C.G.S.: dină-secundă pe centimetru (dyn. s/cm). 1 N. s/m = $= 10^3$ dyn. s/cm;

Rezistență de radiație acustică (R_r): componenta reală a impedanței de radiație acustică;

Reactanță de radiație acustică (S_r): componenta imaginară a impedenței de radiație acustică;

Tărie: (N): caracterul senzației auditive, legat de presiunea acustică a unui sunet, care permite ordonarea sunetelor pe o scară de la „slabe" la „puternice". (Exprimată în soni, tăria este numărul care arată de cîte ori un sunet este apreciat de un ascultător otologic normal [1]) de a fi mai intens decît un sunet pur la 1 000 Hz și 40 foni[2]). Nu are dimensiuni.

— *son*: unitate de tărie a unui sunet, în afara sistemelor generale, avînd o frecvență de 1 000 Hz și un nivel de tărie de 40 foni. Submultiplu folosit: milison. 1 son = 10^3 milisoni.

Nivel de presiune acustică (L_I): de douăzeci de ori logaritmul zecimal al raportului dintre presiunea acustică eficace (p) a sunetului respectiv și presiunea acustică de referință [3]) (P_0). Ecuație de definiție: $L = 20 \lg p/p_0$. Nu are dimensiuni. Unitatea de măsură: decibel (dB). Nu face parte din sistemele generale de unități de măsură.

Nivel de intensitate acustică (L_I): de zece ori logaritmul zecimal al raportului dintre intensitatea acustică (I) a unui sunet și intensitatea acustică de referință [4]) (I_0), adică $L_I = 10 \lg (I/I_0)$. Nu are dimensiuni. Unitatea de măsură este decibelul (dB).

Nivel de putere acustică (L_P; L_W): de zece ori logaritmul zecimal al raportului dintre puterea acustică (P) radiată de o sursă și puterea de referință [5]) (P_0), adică: $L_P = 10 \lg (P/P_0)$. Nu are dimensiuni. Unitatea de măsură este decibelul (dB).

Nivel de tărie (Λ): de douăzeci de ori logaritmul zecimal al raportului dintre presiunea acustică eficace (p) a unui sunet pur de 1 000 Hz apreciată de un ascultător otologic normal ca avînd o intensitate egală

---

[1]) Ascultător otologic normal: ascultător cu organul auditiv sănătos, avînd vîrsta între 18 și 25 ani.

[2]) Vezi la „nivel de tărie".

[3]) Presiunea acustică de referință: $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ N/m^2 $= 2 \cdot 10^{-4}$ dyn/cm^2.

[4]) Intensitatea acustică de referință: $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2 $= 10^{-9}$ erg/s. cm^2.

[5]) Puterea de referință: $P_0 = 10^{-13}$ W $= 10^{-6}$ erg/s.

Scanned with OKEN Scanner

cu aceea a sunetului considerat și presiunea acustică eficace de referință [1] (p_0), adică $\Lambda = 20 \lg (p/p_0)$ cu condiția ca $f = 1$ k Hz. Nu are dimensiuni;

— *fon* (fon): unitate de nivel de tărie a unui sunet (respectiv și pentru intensitatea auditivă a unui sunet), în afara sistemelor generale; nivelul de tărie și respectiv de intensitate auditivă, adică de nivel de intensitate acustică a unui sunet, exprimat în foni este dedus din relația:

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} = \Lambda = 20 \lg \frac{p}{p_0},$$

în care intensitatea I se exprimă în μ W/cm² și respectiv presiunea efectivă în barii, ale sunetului normal cu frecvența 1000 Hz (care produce aceeași senzație auditivă ca .aceea dată de nivelul de intensitate acustică). În aceste relații, $I_0 = 10^{-10}$ μ W/cm² și respectiv $p_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ barye

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE*

Sonometre: Aparate cu ajutorul cărora pot fi determinate înălțimea unui sunet, valoarea unui interval etc. Sînt alcătuite dintr-o cutie de lemn, deasupra căreia sînt întinse două sau mai multe coarde cu secțiuni diferite și din materiale diferite, dintre care una sau mai multe sînt fixate la ambele capete, iar altele numai la un capăt și trecute apoi peste un scripete și întinse cu greutăți. Lungimea fiecărei coarde poate fi variată prin deplasarea unui căluș, iar tensiunea ei, prin schimbarea greutății sau cu ajutorul unui cui de acordare, ca la vioară. Sub aceeași denumire se înțeleg și aparatele pentru măsurarea obiectivă a tăriei sgomotelor de sală, a presiunii și a intensității acustice etc. Distingem:

— *fonometre*: aparate electrice folosite la măsurarea nivelului de presiune acustică și a nivelului de tărie a unui sunet, la determinarea nivelului de putere acustică a unei surse de zgomot, precum și la determinarea gradului de izolație fonică corespunzător unui planșeu, perete etc. Sînt alcătuite dintr-un microfon cu caracteristică omnidirecțională, un amplificator, un atenuator calibrat în decibeli sau în foni și un dispozitiv indicator sau înregistrator, la unele tipuri putîndu-se conecta un filtru electric de o octavă sau de o treime de octavă, în care caz se folosesc și la determinarea spectrului de frecvență al zgomotului. Se construiesc pentru alimentare de la rețea sau de la baterie.

Pentru măsurarea nivelului presiunii sonore, amplificatorul aparatului are în banda de audiofrecvență o caracteristică liniară, iar pentru măsurarea nivelului de tărie a unui sunet, o caracteristică corespunzătoare sensibilității urechii. Folosindu-se filtre acustice se pot reproduce în amplificator caracteristicile de egală tărie de la trei niveluri prestabilite și anume 40, 70 și 100 foni. Caracteristica corespunzătoare curbei de egală tărie de 40 foni (denumită și curba A) se folosește pentru măsurări

[1] $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ N/m² $= 2 \cdot 10^{-4}$ dyn/cm².

Scanned with OKEN Scanner

de sunete ale căror niveluri de tărie variază între 25 şi 55 foni, cea corespunzătoare curbei de egală tărie de 70 foni (curba *B*) pentru cele de 55 pînă la 85 foni, iar cea de 100 foni, pentru cele de 85 pînă la 130 foni;

— *decibelmetre*: aparate construite pe principiul voltmetrelor de curent alternativ, gradate în decibeli. Se folosesc în instalaţii electroacustice. Gradarea, ca şi verificarea indicaţiilor, se face în raport cu nivelul de referinţă.

Radiometre acustice: aparate folosite la determinarea presiunii de radiaţie acustică. Sînt alcătuite dintr-o balanţă de torsiune al cărei braţ orizontal este suspendat cu un fir de cuarţ. La braţul balanţei sînt suspendate la un capăt un disc uşor (şi format din două foi subţiri de mică sau metal cu un mic spaţiu între ele, montate într-o cutie cu o fereastră acoperită cu o membrană de celofan pentru a împiedica acţiunea curenţilor de aer care pot modifica măsurarea) şi la celălalt cu o contragreutate. Pe firul de suspensie al braţului se află fixată o mică oglindă. Presiunea acustică exercitată de undele sonore asupra discului face ca balanţa să se rotească. Unghiul de rotaţie se poate determina făcînd să cadă pe oglinda fixată pe firul de suspensie un fascicul de lumină, valoarea presiunii radiaţiei acustice putîndu-se stabili în funcţie de unghiul de rotaţie.

Interferometre acustice: tuburi acustice închise la ambele capete, în interiorul cărora se creează un regim de unde staţionare provocate prin interferarea undei directe produse de un difuzor fixat la o extremitate a tubului, cu unda reflectată de peretele tubului de la cealaltă extremitate, folosite la măsurarea impedanţei acustice. În interiorul tubului se poate deplasa un microfon de dimensiuni mici sau o sondă microfonică, care stabilesc poziţia nodurilor sau antinodurilor care depinde de suprafaţa materialului care închide tubul, respectiv de impedanţa acustică specifică a materialului.

Camere pentru măsurări acustice: camere cu suprafeţele delimitatoare fie puternic absorbante de sunet, în aşa fel încît să nu se producă reflexii ale undelor acustice, fie foarte reflectante, în aşa fel încît camera să aibă o reverberaţie mare. Distingem:

— *camere anecoide*, lipsite complet de unde reflectante, în care scop toate suprafeţele delimitatoare sînt căptuşite cu materiale sau structuri absorbante de sunet, respectiv ai căror coeficienţi de absorbţie să tindă către valoarea 1. Sînt utilizate la măsurarea puterii acustice a unei surse, la măsurări audiometrice etc.

— *camere de reverberaţie*, în care cîmpul sonor reverberant este predominant, în care scop toate suprafeţele delimitatoare pentru a fi foarte reflectante, sînt făcute din plăci de sticlă, de faianţă, de marmură sau din ciment bine lustruit. Pentru evitarea formării undelor staţionare, pereţii nu trebuie să fie paraleli. Se execută cu secţiunea orizontală în formă de pentagon sau triunghi.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul

10 MĂRIMILE RADIAȚIILOR ATOMICE[1])

A. *DEFINIȚII ȘI UNITĂȚI*[2])

Doza absorbită (D): cantitatea de energie transferată de către radiațiile ionizante unității de masă a materialului iradiat ($D = W/m$). Dimensiuni în S.I.: $[D] = L^2T^{-2}$;

— *rad*[3]) (rad) unitate de măsură pentru doza absorbită: doza absorbită de 10^{-2} J de către 1 kg de material iradiat (1 rad = 10^{-2} J/kg);

Bibliografie

Allen, D. W., Neutron Detection, Ed. Newnes, London, 1956.
Bărbulescu. N., Elemente de fizică generală, Ed. Did. și Ped. București, 1961.
Blanc, D., Détecteurs de particules, Masson, Paris, 1959.
Ciorăscu, F., Oncescu, M., Detectarea și măsurarea radiațiilor nucleare, Ed. Acad. R.P.R, Buc, 1964.
Grigorovici, R., Oncescu, M., Mărimi și unități în fizică, vol. II, Ed. Tehnică, București 1958.
Ivanovici, Gh., Metrologie Generală și Aplicată, Ed. Did. și Ped., București 1962.
Spolski, V., Fizica atomică, Edit. Tehnică, București, 1952.
*** Lexiconul Tehnic Român, vol. 1—16, Ed. Tehnică, București.
*** Colecția de Instrucțiuni ale O.S.M. din D.G.M.S.I.
*** Colecția de Standarde ale O.S.S. din D.G.M.S.I.

[1]) Radiațiile atomice cuprind radiațiile electromagnetice penetrante (radiațiile Röntgen și gama) care au lungimi de undă mai mici de $2 \cdot 10^{-8}$m (200 angströmi) și radiațiile corpusculare (particule beta, particule alfa, protoni, neutroni etc).

[2]) Mărimile și unitățile de măsură pentru radiațiile atomice cuprind mărimile și unitățile de măsură pentru energie transportată de radiații (care fiind aceleași cu cele energetice pentru măsurarea energiei în S.I. și C.G.S. nu mai sînt prezentate aici), cele pentru energia absorbită într-un volum iradiat și cele pentru efectele biologice produse de radiațiile atomice.

[3]) În radiologie se folosește uzual submultiplul milirad, 1 m rad = $= 10^{-3}$ rad. În baza sistemului C.G.S. rad-ul se definea ca fiind doza absorbită de 100 erg de către 1 g de material iradiat (1 rad = 100 erg/g).

Scanned with OKEN Scanner

— r e p (rep) unitate care astăzi nu se mai foloseşte, egală cu 0,93 rad,

Debitul dozei absorbite (d): raportul dintre doza absorbită şi durata iradierii ($d = D/t$). Dimensiuni în S.I.: $[d] = L^2T^{-3}$;

— *rad pe secundă* (*rad/s*), unitate de măsură pentru debitul dozei absorbite: debitul dozei absorbite, la care doza absorbită uniform de către materialul iradiat este de 1 rad în fiecare secundă (1 rad/s = 10^{-2} J/kg. s; în sist. C.G.S., 1 rad/s = 100 erg/g. s).

Doza (de ionizare) (Δ): sarcina electrică de un semn a perechilor de ioni produşi de către emisia corpusculară asociată, la echilibru, a unei radiaţii Röntgen sau gama într-o anumită masă de aer în condiţii determinate ($\Delta = Q/m$). (Emisia corpusculară asociată cuprinde electronii produşi prin efectul fotoelectric, efectul Compton şi formarea de perechi). Dimensiuni în S.I.: $[\Delta] = M^{-1}\,T\,I$.

— *röntgen* (R) unitate de măsură pentru doza (de ionizare) aplicabilă numai radiaţiilor electromagnetice pînă la 3 MeV (Röntgen şi gama): doza (de ionizare) de radiaţie Röntgen sau gama a cărei emisie corpusculară asociată la echilibru produce în $1{,}293 \cdot 10^{-6}$ kg de aer (masa a 10^{-6} m³ de aer curat la temperatura de 0°C şi presiunea de lo1325 N/m²) ioni purtînd sarcina de $\frac{1}{3} \cdot 10^{-9}$ C de fiecare semn. Pe baza sistemului C.G.S. se defineşte ca fiind doza (de ionizare) de radiaţie Röntgen sau gama a cărei emisie corpusculară asociată la echilibru produce în $1{,}293 \cdot 10^{-3}$ g de aer (masa a 1 cm³ de aer curat la temperatura de 0°C şi presiunea de 1,01325 bar), ioni purtînd sarcina de 1 F_r de fiecare semn;

$$1\ R = \frac{10^3}{1{,}293}\ F_r/g.$$

Deoarece metodele calorimetrice nu pot fi aplicabile pentru măsurarea dozei absorbite, se folosesc metodele bazate pe ionizare, măsurîndu-se ionizarea produsă într-un gaz de către un fascicul de radiaţie care are acelaşi flux cu fasciculul ce pătrunde în ţesutul în care se determină doza, doza absorbită D fiind dată de relaţia:

$$D = \frac{1}{100}\ J_m \cdot W \cdot s,$$

în care: J_m este numărul de perechi de ioni din unitatea de masă a gazului; W—energia medie cheltuită de particulele ionizate pentru a forma o pereche de ioni în gaz; s — raportul dintre puterea de frînare (oprire) masică a ţesutului şi aceea a gazului.

Efectivitate biologică relativă (η): raportul dintre doza absorbită a radiaţiei de referinţă şi doza absorbită a radiaţiei atomice conside-

Scanned with OKEN Scanner

rate, care produc calitativ și cantitativ același efect biologic în țesutul normal, în aceleași condiții de stare inițială. (Radiația de referință pentru stabilirea efectivității biologice relative este radiația Röntgen de 200 kV ușor filtrată). Nu are dimensiuni (fiind număr pur).

Pentru efectivitatea biologică relativă s-au adoptat următoarele valori:

— radiația Röntgen și gama ..... $\eta = 1$
— particule beta (electroni) ..... $\eta = 1$
— neutroni termici ..... $\eta = 5$
— neutroni rapizi ..... $\eta = 10$
— protoni ..... $\eta = 10$
— particule alfa (helioni) ..... $\eta = 20$

Doza biologică (B): doza absorbită evaluată după efectul biologic pe care îl produce ($B = \eta \cdot D$) (Doza biologică se aplică tuturor radiațiilor atomice și se bazează pe măsurarea energiei transferate țesutului de către aceste radiații și aprecierea efectului lor biologic cu ajutorul efectivității biologice relative). Aceeași remarcă și pentru debitul dozei biologice și doza biologică integrală, precum și pentru unitățile lor de măsură (vezi termenii). Dimensiuni în S.I.: $[B] = L^2T^{-2}$;

— *rem* (rem), unitate de măsură pentru doza biologică: doza biologică primită (încasată) de un țesut iradiat cu o radiație atomică care are același efect biologic ca un rad de radiație standard (1 rem = 10^{-2} J/kg; în C.G.S., 1 rem = 100 erg/g). (Radiație standard: radiație de referință).

Debitul dozei biologice (b): raportul dintre doza biologică și durata iradierii ($b = B/t$). Dimensiuni în S.I.: $[b] = L^2T^{-3}$;

— *rem pe secundă* (rem/s), unitate de măsură pentru debitul dozei biologice: debitul dozei biologice la care doza biologică primită uniform este de un rem în fiecare secundă (1 rem/s = 10^{-2} J/kg · s; în sist. C.G.S., 1 rem/s = 100 erg/g · s).

Doza biologică integrală (B_i): doza biologică primită de masa întregului țesut iradiat ($B_i = mB$). Dimensiuni în S.I.: $[B_i] = L^2MT^{-2}$;

— *rem-gram* (rem · g) unitate de doză biologică integrală: doza biologică integrală, cînd un țesut de un gram primește o doză biologică de un rem (1 rem · g = 10^{-5} J; în sistemul C.G.S., 1 rem · g = 100 erg).

Activitatea (Λ), mărime principală în domeniul radiațiilor nucleare: numărul de dezintegrări efectuate în unitatea de timp ($\Lambda = \lambda N$, în care λ este constanta de dezintegrare definită ca fiind fracțiunea dintr-o cantitate oarecare N_0 ce se dezintegrează în unitatea de timp, iar N numărul de nuclee prezente). Dimensiuni în S.I.: $[\Lambda] = T^{-1}$.

— *curie* (Ci), unitate de activitate, reprezentînd $3{,}7 \cdot 10^{10}$ dezintegrări pe secundă. A fost admisă de cea de a XII Conferință Generală de

Scanned with OKEN Scanner

Măsuri şi Greutăţi din 1964 pentru folosire concomitent cu unităţile S.I. Iniţial reprezenta cantitatea de radon (0,66 mm^3 la 0°C şi 760 Hg) aflate în echilibru cu 1 g de radiu;

— *rutherford* (Rd): multiplu al unităţii de activitate, reprezentînd 10^6dez/s;

— *activitate specifică*: activitatea unei surse radioactive, raportată la volumul sau la masa acestei surse (A/v sau A/m). Dimensiuni: $[A/v)] = L^{-3}T^{-1}$ sau $[A/m] = M^{-1}T^{-1}$;

— *eman* (eman), unitate pentru activitatea specifică a aerului sau a apelor minerale, egală cu 10^{-10} Ci/l);

— *curie pe gram*, unitate de activitate specifică, Ci/g;

— *activitate de saturaţie*: activitate maximă care se obţine prin activarea unui element, într-un flux dat, în momentul în care numărul de nuclee care se dezintegrează este egal cu numărul de nuclee ce se formează.

Curentul de neutroni: numărul net de neutroni care străbat pe secundă 1 cm^2 din suprafaţa unui plan dat, perpendicular pe direcţia neutronilor.

Densitate de curent: numărul de neutroni care străbat unitatea de suprafaţă perpendiculară pe direcţia lor, în unitatea de timp.

B. *MIJLOACE DE MĂSURARE*

— **Dozimetre**: aparate folosite la măsurarea dozelor de radiaţii: Distingem:

— *stilodozimetre* (*dozimetre de buzunar*) sînt aparate destinate controlului individual al dozelor de radiaţii γ sau X absolute, pentru limitele de energii cuprinse între 0,5 şi 2,0 MeV, indiferent de limita maximă a dozei absorbite pe care o poate măsura, volumul detectorilor nedepăşind 10 cm^3. În majoritatea cazurilor sînt gradate în röntgeni, (aparate cu lectură directă), putînd fi şi fără scară gradată, în care caz citirile se fac la un aparat indicator. Se construiesc pentru limitele de măsurare: 0,1 R; 0,15 R; 2 R; (peste 2R).

Cele cu citire directă (fig. 261, *a*) sînt alcătuite dintr-un corp tubular *1* al cărui interior este metalizat, un electroscop *2* cu fir de platină sau cuarţ metalizat, un izolator *3* din chilimbar, polisteren sau teflon, o bară de contact *4* care permite încărcarea electroscopului, o garnitură de etanşare *5*, un capac *6* cu şurub şi fereastră de iluminare *7*, un agăţător de suspendare *8*, un obiectiv *9* cu scara gradată în röntgeni sau miliröntgeni *10* şi o fereastră de vizare *11*.

Cele cu citire indirectă (fig. 261, *b*) sînt alcătuite din corpul tubular *1* metalizat în interior, un electrod central sau un condensator *2*, un izolator *3*, o bornă de contact *4* care permite încărcarea şi măsurarea capacită-

Scanned with OKEN Scanner

ţii, o garnitură de etanşare *5*, capac cu şurub *6* şi agăţător de suspendare *7*. Funcţionarea se bazează pe acţiunea ionizantă a radiaţiilor nucleare, care produc descărcarea sarcinii electrice a condensatorului. Cantitatea de

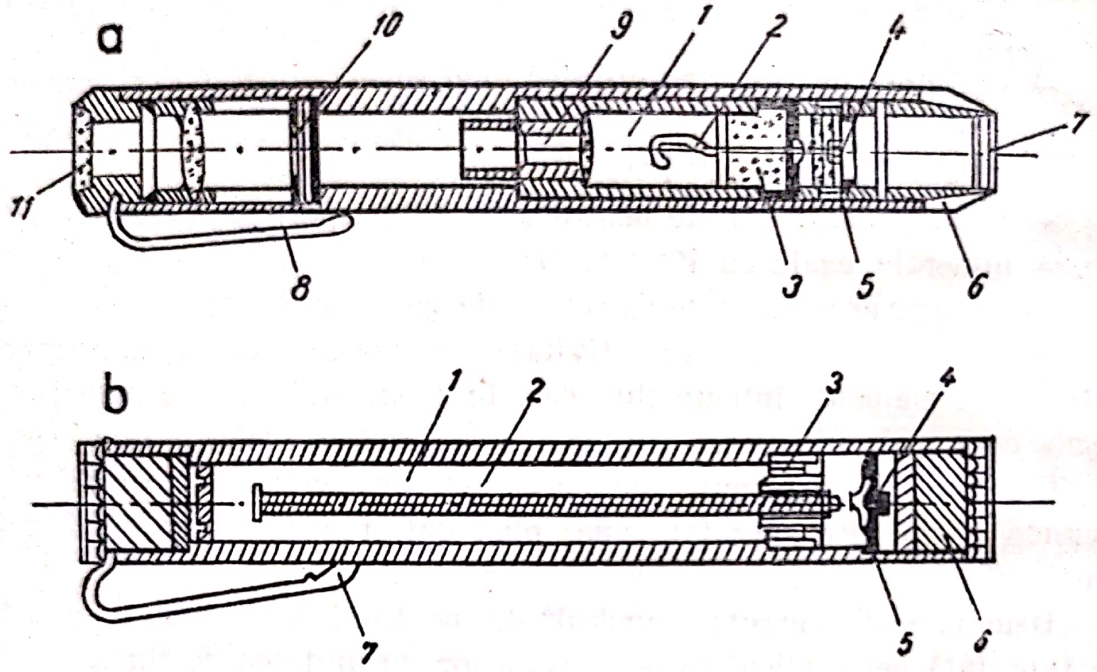


Fig. 261. Dozimetru de buzunar.

electricitate cu care scade sarcina condensatorului celor cu citire indirectă se măsoară prin conectare la un circuit de măsurare cu rezistenţa de intrare de ordinul $10^{10}\ \Omega \ldots 10^{15}\Omega$ şi ea este proporţională cu doza de radiaţii absorbită primită de dozimetru de la mediul în care se face măsurarea. La cele cu citire directă diferenţa dintre indicaţiile electrometrelor (înainte şi după folosire) este proporţională cu doza de radiaţii absorbită, primită de dozimetru de la mediul în care se face măsurarea. Condiţii de funcţionare şi metrologice: autodescărcarea în timp de 24 h, la o temperatură de 20 $\pm$ 5°C şi umiditate relativă de 60% $\pm$ 5% nu trebuie să depăşească 3% din limita maximă a scării, la o umiditate de 90% $\pm$ 5% admiţîndu-se o autodescărcare de 5% ; eroarea limită, folosind o sursă etalon, la o temperatură de 20 $\pm$ 5°C şi umiditate 60% $\pm$ 20% nu trebuie să depăşească $\pm$ 20% din limita maximă a scării; supuse timp de o oră la vibraţii mecanice cu frecvenţa de 5 Hz şi amplitudinea de 3 mm, autodescărcarea şi erorile nu trebuie să se modifice. Verificarea funcţionării se face cu preparate radioactive etalon, recomandîndu-se surse de radiu 226 sau cobalt 60, dozimetrul de verificat trebuind să fie aşezat la o distanţă de cel puţin 30 cm de sursa etalon. Debitul dozei absorbite D se calculează cu formula

$$D = \frac{\Gamma \cdot \Lambda}{x^2},$$

în care: D este debitul dozei absorbite în R/h, A — activitatea sursei etalon în milicurie, x — distanța de la sursa etalon la centrul dozimetrului, în cm, Γ — constanta specifică a razelor γ la distanța de 1 m, calculată cu relația

$$\Gamma = \frac{1}{87,7} \cdot \frac{E\gamma}{4\pi x^2} \cdot \frac{\mu}{\rho},$$

în care: $E\gamma$ este energia cuantelor γ în ergi (1 MeV = $1,6 \cdot 10^{-6}$ erg) și μ/ρ coeficientul de absorbție masică în mediu. Eroarea în procente se calculează cu relația

$$\Delta\% = \frac{d - D}{D} \cdot 100,$$

în care: Δ este eroarea procentuală, d — doza absorbită măsurată, D — doza absorbită calculată. Verificările se fac inițial și anual, în conformitate cu prevederile din Instrucțiunile 151-64, marcarea făcîndu-se pe corpul stilodozimetrului și pe plumbul de marcare al aparatelor de încărcare-măsurare.

Fotodozimetre: aparate folosite la controlul individual al dozelor absorbite de radiații ionizante, prin măsurarea densității optice (logaritmul zecimal al opacității filmului dozimetric) care este direct proporțională cu expunerea, respectiv cu fluxul de particule sau fluxul de energie. (Densitatea optică este raportul dintre intensitatea luminii înaintea și în spatele filmului. Densitatea optică se măsoară cu fotometre. În cazul hîrtiilor fotografice se măsoară prin reflexie. Diferența dintre densitatea optică a unui film sau hîrtii fotografice expuse acțiunii radiațiilor ionizante și densitatea optică a unui film sau hîrtii de același tip de fabricație, tratate simultan cu filmul sau hîrtia expuse, definește densitatea optică netă). Sînt alcătuite dintr-un film detector de radiații ionizante și portfilm, care în general conțin filtre metalice care acoperă o parte din filmul conținut în interior. Limita inferioară de utilizare se situează la cîțiva miliröntgeni de expunere totală pentru radiații γ sau X de energie inferioară lui 0,2 MeV. Pentru energii superioare, limita inferioară se situează la circa 20 miliröntgeni. Pentru radiații β și electroni monoenergetici, filmul nu detectează prezența electronilor de energii apropiate de 150 MeV datorită grosimii portfilmului. Pot fi: cu un singur filtru, cu sau fără fereastră; cu mai multe filtre confecționate din același material sau din materiale diferite, prevăzute cu o fereastră; bazate pe emisia electronilor de către foi metalice, cu detectori fluorescenți. Etalonarea fotodozimetrelor se face în conformitate cu prevederile din normele elaborate de O.S.M.

Scanned with OKEN Scanner

Monitoare de radiaţii gama: aparate semnalizatoare ale depăşirii unei valori date ale debitului expunerii în laboratoarele şi încăperile unde se lucrează cu radiaţii gama, bazate pe descărcările în gazul conţinut de conteinerul aparatului sub acţiunea radiaţiilor gama, care se traduc la ieşirea blocului de detectare ca pulsuri de tensiune cu amplitudinea reglată cu un potenţiometru şi care intră într-un circuit de integrare constituit dintr-un circuit rezistenţă-capacitate cu constantă de timp în trepte, după domeniul de măsurare acoperit. Pot fi cu semnalizare optică, acustică sau acustică şi optică, detectorul folosit putînd fi contor Geiger-Müller (unul sau mai multe) sau de scintilaţie, iar sistemul de avertizare putînd fi acustic sau optic (becuri). Condiţii de funcţionare şi metrologice: abaterea de la mărimea stabilită a pragului de declanşare automată a semnalizatorului nu trebuie să depăşească $\pm$ 20% în condiţii normale; abaterea suplimentară a pragului de declanşare automată a semnalizatorului cînd tensiunea de alimentare variază cu $\pm$ 10%, trebuie să nu depăşească $\pm$ 10%, iar la variaţii ale temperaturii de la 20°C, trebuie să nu depăşeaxcă $\pm$ 0,5% pentru fiecare grad Celsius; pragul de semnalizare automată nu trebuie să se modifice la o funcţionare continuă de cel puţin opt ore. Verificarea se face iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 201-65 ale D.G.M.S.I., marcarea făcîndu-se pe plumbul de marcare.

Radiometrie universale (tip TISS); aparate folosite la măsurarea şi controlul contaminării îmbrăcăminţii, aparatelor, persoanelor etc. cu radionuclizi alfa, beta sau gama activi, bazate pe integrarea impulsurilor create sub acţiunea radiaţiilor ionizante asupra conţinutului (aer) din detector. Condiţii de funcţionare şi metrologice: după 12 s de la începerea determinării, semnalizatorul optic, becul verde, care indică „curat" sau becul roşu, care indică „contaminat", trebuie să intre în funcţiune; eroarea de măsurare nu trebuie să depăşească $\pm$ 25% cînd citirea se face pe numărătorul mecanic şi $\pm$ 20% cînd citirea se face pe aparatul indicator, faţă de indicaţiile etalonului cu care se face comparaţia; valorile indicaţiilor nu trebuie să se modifice după o funcţionare neîntreruptă cel puţin 12 h. Verificările se fac iniţial şi anual, în conformitate cu prevederile Instrucţiunilor 102-65 ale D.G.M.S.I., marcarea făcîndu-se pe plomba de marcare.

Cadenţmetre: aparate care măsoară direct cadenţa pulsurilor, folosite în cazul în care activitatea variază în timp. Se construiesc de obicei cu mai multe valori ale constantei de timp, scara gradată trasîndu-se în comparaţie cu un generator de pulsuri care dă cadenţe bine cunoscute. Limita superioară a cadenţei este în funcţie de timpul de rezoluţie al detectorului cu care sînt prevăzute.

Scanned with OKEN Scanner

Capitolul

11 ORGANIZAREA METROLOGICĂ ÎN INSTITUȚII ȘI ÎNTREPRINDERI

A. *ORGANIZAREA ȘI ATRIBUȚIILE OFICIULUI DE STAT PENTRU METROLOGIE ȘI ALE ORGANELOR SALE COMPONENTE*

Organizarea O.S.M (organe componente)

— Institutul de Metrologie (I.M.) înființat în 1952
— Direcția verificării metrologice (D.V.M.)
— Școala Tehnică de Metrologie

Atribuțiile (sarcinile) O.S.M.

1) realizează, reproduce și păstrează etaloanele naționale și transmite unitățile de măsură de la etaloanele naționale la etaloanele principale și de la acestea la etaloanele de verificare;

2) proiectează și construiește etaloane și utilaje necesare transmiterii unităților de măsură;

3) inițiază proiecte de acte normative pentru punerea de acord cu prevederile din convențiile metrologice internaționale;

4) întocmește instrucțiuni și norme interne cu caracter obligatoriu pentru asigurarea uniformității, exactității și folosirii corecte a mijloacelor de măsurare;

5) aprobă tipurile de mijloace de măsurare permise la folosire în țara noastră;

6) execută studii și determinări (denumite încercări de stat) asupra prototipurilor de mijloace de măsurare realizate în țară în vederea aprobării (omologării) lor ca modele de fabricație, precum și asupra exemplarelor de mijloace de măsurare provenite din import, în vederea aprobării lor ca „modele de import";

7) aprobă exceptarea de la omologare, de la caz la caz, a mijloacelor de măsurare ce urmează a se construi în țară sau a se importa.

8) avizează din punct de vedere metrologic importul mijloacelor de măsurare;

Scanned with OKEN Scanner

9) întocmeşte lista şi nomenclatorul mijloacelor de măsurare ce se spun obligatoriu verificărilor iniţiale, la fabricaţie, import şi reparaţie, stabilind şi termenele la care trebuie să se supună verificării periodice mijloacele de măsurare aflate în uz sau deţinute în orice scop;

10) stabileşte etaloanele principale şi etaloanele de verificare pentru centrele de metrologie;

11) acordă autorizaţii pentru cei ce construiesc mijloace de măsurare;

12) organizează şi execută studii şi cercetări ştiinţifice în domeniul metrologiei;

13) organizează pregătirea cadrelor de tehnicieni metrologici;

14) elaborează material pentru publicaţii oficiale, lucrări ştiinţifice şi manuale privind metrologia;

15) execută transmiterea unităţilor de măsură de la etaloanele de verificare la mijloacele de măsurare de lucru;

16) stabileşte anual modelul mărcilor de stat şi de confirmare cu care se marchează mijloacele de măsurare admise la verificare;

17) execută verificările de stat ale mijloacelor de măsurare;

18) încheie convenţii cu organizaţiile socialiste cu privire la verificarea de către acestea a unor categorii de mijloace de măsurare şi la aplicarea mărcii de confirmare a acestor verificări;

19) acordă autorizaţii pentru cei ce repară, instalează sau închiriază mijloace de măsurare pentru oficii publice de cîntărire, precum şi pentru cîntăritorii publici;

20) acordă autorizaţii pentru funcţionarea laboratoarelor de verificare, şi a punctelor de control şi verificare a mijloacelor de măsurare din întreprinderi şi organizaţii economice;

21) avizează regulamentele de organizare metrologică întocmite de instituţii şi întreprinderi;

22) execută controale prin sondaj privitor la:

— modul de funcţionare a laboratoarelor de verificare şi punctelor de control şi verificare a mijloacelor de măsurare din întreprinderi şi organizaţii economice;

— folosirea corectă a mijloacelor de măsurare;

— concordanţa existentului de mijloace de măsurare din punct de vedere calitativ şi cantitativ, cu nevoile procesului de producţie, propunînd organelor competente măsurile de remediere a deficienţelor;

— consecinţele economice rezultate de pe urma deficienţelor metrologice, sesizînd organele corespunzătoare;

— respectarea condiţiilor de calitate la aparatele de măsurat impuse prin omologare;

Scanned with OKEN Scanner

23) efectuează controlul aplicării dispozițiilor legale cu privire la activitatea metrologică în instituții, întreprinderi și organizații economice și modul cum se respectă convențiile de verificare;

24) constată și sancționează contravențiile de la legislația metrologică în vigoare;

25) propune cuantumul taxelor ce trebuie percepute pentru verificările de stat și pentru autorizații.

Organele componente ale I.M.:

Consiliul tehnico-științific metrologic;

Secretariatul științific;

Serviciul tehnic;

Secțiile de cercetări științifice alcătuite din laboratoare pe specialități;

Secția de Prototipuri, Mașini și Utilaje (ateliere).

Sarcinile I.M. (în afara celor de ordin administrativ) decurg din atribuțiile O.S.M. numerotate de la 1 ... 14 inclusiv.

— *Aprobarea modelelor de fabricație* (omologarea) se acordă pe baza rezultatelor satisfăcătoare obținute la efectuarea încercărilor de stat care sînt reglementate prin H.C.M. 495/950 pentru aprobarea regulamentului încercărilor de stat, (condițiile pe care trebuie să le îndeplinească modelele supuse încercărilor de stat precum și documentația ce le însoțește, au fost arătate în capitolul I, titlul 1, termenul „Încercări de stat").

Planul anual al încercărilor de stat se stabilește de I.M. pe baza comunicărilor pe care trebuie să le facă pînă la data de 31 octombrie din anul premergător, cei care urmează să construiască mijloace de măsurare pentru care nu au încă obținută aprobarea modelului de fabricație (denumiți depunători), comunicări în care trebuie să indice și termenul la care vor depune modelele pentru efectuarea încercărilor.

Înainte de prezentarea modelelor, depunătorii au obligația de a le face în prealabil probele necesare pentru stabilirea caracteristicilor și comportării acestora, rezultatele trebuind să fie consemnate într-un proces verbal în care se va trece și avizul controlului intern al întreprinderii. Acest proces verbal se atașează la dosarele cu documentația tehnică cu care se depun modelele la I.M. pentru încercările de stat. Costul exemplarelor de mijloace de măsurare depuse privește pe depunător.

Încercările de stat se efectuează în termen de două luni de la data depunerii, în conformitate cu prevederile din planul anual al I.M. Modelele aprobate se investesc de I.M. cu marca de modele și se înscriu în registrul de modele aprobate, după care întreprinderile depunătoare primesc un exemplar din cele trei modele, un dosar cu documentația vizată de I.M., care atașează certificatul de aprobare.

Modelul aprobat, împreună cu dosarul cu documentația se păstrează de către serviciul de control intern al întreprinderii, care răspunde de

Scanned with OKEN Scanner

păstrarea lor și este obligat să le prezinte la cererea organelor de control ale O.S.M.

În cazul în care măsurile și aparatele de măsurat necesită un timp mai îndelungat de studii și încercări pentru a li se putea stabili performanțele și calitățile în exploatare, se pot acorda autorizații provizorii de fabricare pentru un anumit număr de exemplare, care vor fi verificate și marcate în condițiile aprobării provizorii.

Modelele fabricate în țară și respinse la încercările de stat și ale căror deficiențe se pot remedia, se restituie depunătorului cu proces verbal, în vederea eliminării defectelor. Dacă defectele nu se pot remedia, exemplarele respinse rămîn la I.M. sau se restituie desfigurate. Desfigurarea se face în prezența delegatului depunătorului căruia i se anunță data desfigurării cu cel puțin 10 zile înainte.

Modelele provenite din import se restituie depunătorului pentru a fi retrimise locului de proveniență în termen de 3 luni de la predare.

Pentru orice modificare pe care cei interesați vor să o facă măsurilor și aparatelor de măsurat ale căror modele au fost aprobate, trebuie să ceară și să obțină în prealabil aprobarea O.S.M., care, în funcție de importanța modificărilor hotărăște dacă trebuie depuse noi modele cu modificările aduse pentru a fi supuse încercărilor de stat, sau dacă se poate permite fabricarea fără a se face noi încercări de stat.

Dacă tipurile de măsuri și aparate de măsurat aprobate la fabricație nu mai sînt în concordanță cu cerințele tehnico-științifice, sau dacă progresul tehnicii și științei au făcut să apară noi tipuri perfecționate, O.S.M. poate impune introducerea de îmbunătățiri modelelor de fabricație, fixa noua clasă de precizie, restrînge domeniul de utilizare, sau retrage aprobarea modelului. În caz de retragere a aprobării, O.S.M. fixează termenul pentru scoaterea acestora din uz.

Organele importatoare nu pot elibera măsurile și aparatele de măsurat decît dacă importul acestora a fost avizat favorabil de către O.S.M.

— *Autorizarea pentru construire sau fabricare de măsuri și aparate de măsurat* (reglementată prin instrucțiunile 120/1954 ale D.G.M.) este independentă de autorizațiile profesionale și fiscale care se eliberează de către organele de stat competente. Obținerea autorizației pentru construire sau fabricare de măsuri și aparate de măsurat nu scutește de obținerea aprobării (omologării) modelelor de fabricație.

Eliberarea autorizației se face pe baza cererilor întreprinderilor, cooperativelor etc., din sectorul socialist, în care se menționează și numele responsabilului tehnic, care trebuie să posede calificarea tehnică necesară, O.S.M. refuzînd confirmarea responsabilului tehnic cînd apreciază că nu corespunde acestei sarcini. (În acest caz solicitatorii vor indica în termen de 10 zile noul responsabil).

Scanned with OKEN Scanner

La cererarea de autorizaţie se vor anexa: a) lista principalelor instalaţii şi utilaje pentru construirea mijloacelor de măsurare pe baza cărora solicită autorizaţia, (indicîndu-se în mod special etaloanele şi mijloacele de control şi verificare de care se dispune); b) dovada achitării taxelor de autorizaţie.

În cazul în care se constată vre-o încălcare a dispoziţiilor legale privind obiectul autorizaţiei, răspund personal şi solidar titularul autorizaţiei (reprezentanţii săi legali), cît şi responsabilul tehnic. Independent de acţiunea penală sau sancţionarea administrativă, O.S.M. poate ridica temporar sau definitiv autorizaţia respectivă.

Organele componente ale D.V.M.

Servicii centrale:

Serviciul tehnic;

Serviciul de coordonare a verificărilor metrologice;

Serviciul de supraveghere internă — metrologie departamentală.

— *Centre de metrologie* (unităţi exterioare), fiecare centru avînd:

— servicii de control tehnic al măsurării;

— grupe de laboratoare;

— laboratoare de metrologie;

— puncte de verificare;

— organ de planificare;

— birou de contabilitate;

— magazie de predări-primiri.

Sarcinile D.V.M. (în afara celor de ordin administrativ) decurg din atribuţiile O.S.M. numerotate de la 15 ... 26 inclusiv.

— *Verificarea de stat a măsurilor şi aparatelor de măsurat* este reglementată prin Regulamentul aprobat prin H.C.M. nr. 499/1953 (categoriile de verificări, locurile de verificare şi succesiunea verificărilor au fost arătate în capitolul I, titlul 1, termenul „verificarea de stat").

Planul anual al verificărilor de stat se întocmeşte de D.V.M. pe baza comunicărilor pe care toţi cei care construiesc, fabrică, importă, repară, închiriază, repartizează sub orice formă, vînd, expun spre vînzare sau folosesc măsuri şi aparate de măsurat (cu excepţia celor care sînt deţinute şi folosite de particulari pentru uzul casnic) sînt obligaţi să le declare în cursul lunei iulie a anului premergător Centrelor de metrologie din regiunea de care aparţin.

Mijloacele de măsurare admise la verificare se investesc cu marca de stat a anului în curs. Marcarea nu înlătură controlul tehnic intern, recepţia comenzilor, încercările care trebuie efectuate după montare şi nici supravegherea continuă în timpul folosirii măsurilor şi aparatelor de măsurat.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru verificările efectuate se eliberează buletine de verificare în care se notează datele necesare identificării cu menţiunea admis sau respins, precum şi taxele de verificare. Pentru cele la care se indică valorile obţinute sau erorile indicaţiilor, se eliberează buletine de comparaţie (categoriile de mijloace de măsurare supuse verificării de stat obligatorii, au fost arătate la capitolele care tratează mijloacele de măsurare).

Măsurile şi aparatele de măsurat respinse la verificare, dar care pot fi reparate, se restituie în acest scop posesorului, căruia i se eliberează buletinul de verificare cu această menţiune, precum şi termenul în care să fie supus la o nouă verificare (pînă la reparare se sigilează, sigiliul putînd fi ridicat numai de reparatorii autorizaţi de O.S.M., care vor încheia un proces-verbal, reparatorii avînd obligaţia ca înainte de a le restitui posesorilor, să le supună la noua verificare de stat). Cele care nu mai pot fi reparate, se desfigurează, termenul efectuării desfigurării fiind comunicat posesorului spre a asista şi primi materialul rezultat, cît şi procesul-verbal constatator al acestei operaţii.

Măsurile şi aparatele de măsurat nelegale, neexacte, prost întreţinute şi în general care contravin dispoziţiilor legale, pot fi confiscate, ridicate sau sigilate de către organele O.S.M.

Valorificarea bunurilor confiscate este reglementată prin următoarele acte normative: Decretul 111/1951, Instrucţiunile Ministerului de Finanţe nr. 6491/1951, Decretul nr. 21/1954, Decretul nr. 221/1960, H.C.M. 729/1960 şi H.C.M. 515/1961.

Nerespectarea termenelor de prezentare la verificare, expunerea spre vînzare, vinderea, repartizarea sub orice formă, precum şi eliberarea după reparare a măsurilor şi aparatelor de măsurat înainte de a fi verificate sau marcate, se sancţionează potrivit art. 16 din Decretul nr. 21/1954.

Folosirea măsurilor şi aparatelor de măsurat neverificate sau nemarcate, neexacte, respinse la verificare, false şi în general a celor nelegale, se sancţionează potrivit dispoziţiunilor din art. 20 aliniatul a din Decretul nr. 21/1954.

— *Autorizările date de D.V.M.* privesc instituţiile sau întreprinderile de orice fel care posedă laboratoare metrologice sau puncte metrologice, pe cele care repară, închiriază sau vînd măsuri şi aparate de măsurat. Oficiile publice de cîntărire precum şi cîntăritorii de la oficiile publice de cîntărire (în categoria cărora sînt cuprinşi şi cîntăritorii de la magaziile de predare şi primire ai C.F.R., de la depozitele de combustibil, etc şi în general toţi cei care efectuează cîntăriri în transporturi, colectări, tranzacţii, depozitări etc. care folosesc în acest scop bascule sau bascule pod).

Reglementarea obţinerii autorizaţiilor de către cei menţionaţi, este dată prin Instrucţiunile nr. 120/1954 ale D.G.M. (O.S.M.), în afară de Oficiile de cîntărire şi cîntăritorii publici, a căror autorizare este reglementată prin Instrucţiunile nr. 80.

Scanned with OKEN Scanner

— Autorizarea laboratoarelor metrologice şi punctelor de control şi verificare se face numai în urma constatării că acestea îndeplinesc condiţiile privind încăperile, personalul şi utilajul necesar potrivit Instrucţiunilor S.I. — 1 — 1956 ale O.S.M.

Condiţii şi recomandări pentru încăperile laboratoarelor metrologice:

— să fie uscate, luminoase, curate şi aşezate astfel încît vibraţiile provocate de maşinile în acţiune sau de trecerea vehiculelor să nu influenţeze justeţea indicaţiilor aparatelor;

— să fie izolate de alte laboratoare (cum ar fi laboratorul de chimie) şi de orice surse de praf şi pe cît posibil să aibe fiecare încăpere intrare separată;

— să nu treacă prin aceste încăperi conducte principale de abur, apă, canalizare, gaze;

— temperatura în încăperi să nu depăşească limitele menţionate pentru verificările diferitelor categorii de aparate şi (vezi la mijloacele de măsurare respective) în general să nu depăşească 20°C cu abaterile admise de STAS 1023-50;

— umiditatea relativă a aerului să nu depăşească 60%;

— spaţiul încăperilor să permită efectuarea operaţiilor metrologice în condiţii bune, fără aglomerări, deranjamente sau incomodări;

— amenajările pentru amplasarea utilajelor de măsurare să fie astfel făcute încît să se evite transmiterile de vibraţii (ex. fundaţii independente de cele ale clădirii, console, suporturi masive etc);

— iluminarea să fie pe cît posibil naturală sau cu surse de lumină rece; pentru aparatele la care citirile se fac prin proiecţii, să fie posibilă reducerea luminii la strictul necesar prin dispozitive pentru întunecare;

Condiţii pentru dotarea cu utilaj metrologic:

— să posede etaloanele uzinale de verificare corespunzătoare,sau cum reies din schemele de transmitere ale diferitelor unităţi de măsură (vezi schemele la capitolele diferitelor mărimi);

— să posede utilajul principal şi auxiliar necesar, în cantitatea şi calitatea impusă de felul determinărilor şi de numărul de verificări pe care îl au de executat şi să acopere întregul domeniu de măsurare al mijloacelor ce se verifică sau al măsurărilor ce au de efectuat;

Personalul de deservire:

— să aibă pregătirea tehnico-ştiinţifică necesară (ingineri, fizicieni, metrologi);

— să posede atestarea de către D.V.M. (pentru cazul în care verificările pe care le execută sînt asimilate verificărilor de stat).

— Autorizarea Oficiilor publice de cîntărire şi sarcinile pe care le au. Sînt considerate „cîntăriri publice" cîntăririle făcute în schimbul unei taxe, la cererea cumpărătorilor sau vînzătorilor de mărfuri. Oficiile care efectuează aceste cîntăriri pot fi numai

Scanned with OKEN Scanner

unități ale sfaturilor populare și ale instituțiilor și întreprinderilor din sectorul socialist. Autorizația se acordă pe baza cererii forului conducător al acestor unități și pe baza dovezilor: — că dispun de aparatajul metrologic necesar (basculă sau basculă-pod, greutăți de control etc).

— că persoana însărcinată cu efectuarea cîntăririlor posedă certificatul de cîntăritor autorizat.

Funcționarea Oficiilor publice de cîntărire fără autorizația prealabilă a O.S.M. este considerată abatere administrativă și se pedepsește conform art. 16 din Decretul 21/1954.

Autorizarea cîntăritorului public și sarcinile pe care le are. Dreptul de a exercita funcțiunea de cîntăritor public autorizat se acordă pe bază de examen.

Sarcinile și obligațiile cîntăritorului autorizat: [1])

— Autorizarea atelierelor de reparații, se acordă potrivit prevederilor din Instrucțiunile Ś.I. 1—56 ale O.S.M. privind organizarea supravegherii interne a mijloacelor de măsurare în instituții și întreprinderi și atelierele de reparat. Condiții de avizare:

— cerere de autorizare a unității interesate, conform Instrucțiunilor nr. 120 O.S.M.

— cerere de autorizare a unității interesate, conform Instrucțiunilor nr. 120 ale O.S.M. [2]).

B. *ORGANIZAREA SUPRAVEGHERII MĂSURILOR ȘI APARATELOR DE MĂSURAT ÎN ÎNTREPRINDERI*

Organizarea supravegherii măsurilor și aparatelor de măsurat în întreprinderi este reglementată prin Regulamentul aprobat prin H.C.M. nr. 498 din 19 februarie 1953, din care desprindem:

— *responsabilitatea supravegherii* continue a măsurilor și aparatelor de măsurat care se folosesc în instituțiile și întreprinderile de orice fel, o au ministerele și celelalte organe centrale precum și comitetele executive ale sfaturilor populare care le au sub îndrumare și control, în care scop își organizează cîte un organ central responsabil. În afară de aceste organe centrale, fiecare instituție sau întreprindere care folosește măsuri și aparate de măsurat își organizează supravegherea internă a acestora;

---

[1]) Vezi „*Manualul cîntăritorului*" de ing. Gh. Ivanovici și I. Bărbulescu, Ed. Tehnică, Buc. 1965.

[2]) Cunoștințele cerute la examenul de atestare:

— elemente generale de metrologie:

— elemente teoretice și practice din domeniul pentru care se cere atestarea;

— cunoștințele generale de legislație metrologică.

Scanned with OKEN Scanner

— *sarcinile organelor centrale*:

— conduc, controlează și îndrumează activitatea organelor de supraveghere internă a măsurilor și aparatelor de măsurat din instituțiile și întreprinderile de orice fel aflate sub îndrumarea și controlul lor;

— controlează aplicarea legilor, regulamentelor și instrucțiunilor O.S.M., precum și a directivelor ministerului sau celorlalte organe centrale respective, referitoare la măsuri și aparate de măsurat;

— elaborează și supune spre aprobare conducerii ministerului sau celorlalte organe centrale respective, norme interne pentru asigurarea unității, exactității și justei folosiri a măsurilor și aparatelor de măsurat, introducerea metodelor moderne de control și verificare, supraveghere, utilizare, întreținere și reparare a măsurilor și aparatelor de măsurat, potrivit Regulamentului de organizare a supravegherii și instrucțiunilor O.S.M.;

— organizează pregătirea cadrelor pentru realizarea supravegherii și reparării măsurilor și aparatelor de măsurat;

— organizează rețeaua de ateliere centrale sau ateliere la subunitățile principale pentru întreținerea și repararea măsurilor și aparatelor de măsurat, atelierele putînd deservi și subunități aparținînd altor instituții centrale;

— controlează activitatea laboratoarelor și punctelor de control și verificare internă;

— controlează inventarul măsurilor și aparatelor de măsurat al subunității, ține evidența necesarului, avizează comenzile și repartizează măsurile și aparatele de măsurat în raport cu nevoile subunităților;

— elaborează, pe domenii de măsurare, instrucțiuni, pe baza cărora întreprinderile își întocmesc schemele de verificare, adică sistemul de control și verificare internă, periodică și obligatorie pentru măsurile și aparatele de măsurat pe care le posedă și le folosesc;

— avizează schemele de verificare și planul măsurilor concrete pentru aplicarea lor ale întreprinderilor și le prezintă spre aprobare organelor O.S.M.;

— culeg date, țin evidențe și analizează situația rebuturilor, a consumurilor neraționale de material sau energie și a altor pierderi datorite întrebuințării unor măsuri și aparate de măsurat cu indicații nejuste; iau măsuri și urmăresc aplicarea lor pentru prevenirea și înlăturarea acestor pierderi;

— țin legătura și cer avizul O.S.M. pentru toate problemele relative la verificările și încercările de stat și în general pentru toate problemele de măsurări.

— *sarcinile organelor din instituții și întreprinderi*:

Scanned with OKEN Scanner

— execută supravegherea permanentă a mijloacelor de măsurare, menţinerea lor în stare de funcţionare, precum şi controlul justei utilizări potrivit destinaţiei lor;

— întocmesc schema de verificare pe instituţie sau întreprindere şi elaborează planul măsurilor concrete ce trebuie luate în vederea aplicării ei;

— execută verificările periodice la termenele prevăzute în schema de verificare, le certifică şi le prezintă la verificarea de stat obligatorie, la termenele fixate;

— propune scoaterea din exploatare a mijloacelor de măsurare nelegale, uzate sau necorespunzătoare;

— urmăreşte repararea şi reglarea mijloacelor de măsurare necorespunzătoare sau respinse la verificare;

— recepţionează mijloacele de măsurare sosite în întreprindere;

— identifică cauzele provocatoare de rebuturi care rezultă din defecte ale aparatelor, greşita utilizare, lipsa acestora etc, luînd măsuri de înlăturarea lor;

— urmăresc ridicarea calificării personalului din laboratoare, puncte de control şi verificare şi a celor ce folosesc direct măsuri şi aparate de măsurat;

— ţin evidenţa măsurilor şi aparatelor de măsurat existente, semnalează necesarul acestora, rezolvă cererile de repartizare în interiorul instituţiei sau întreprinderii de orice fel şi controlează alegerea justă a metodelor şi mijloacelor de măsurare;

— introduc un sistem unic pe instituţie sau întreprindere de certificare şi întocmire a actelor pentru evidenţa măsurilor şi aparatelor de măsurat, pe baza formelor aprobate de O.S.M.

E v i d e n ţ e l e ş i c o n ţ i n u t u l l o r:

— tabelul mijloacelor de măsurare care cuprinde pentru fiecare mijloc (cel puţin): numărul fişei individuale, denumirea, destinaţia, clasa de precizie, domeniul de măsurare (limitele), tipul (după principiul de funcţionare ex. ampermetru „magnetoelectric"), starea, numărul de inventar, locul de folosire (atelierul, panoul sau locul etc).

— fişele individuale (fişe de însoţire), ale mijloacelor de măsurare care cuprind (cel puţin): numărul fişei, denumirea, numărul de ordine din tabelul mijloacelor de măsurare, poziţia din schema de verificare, numărul de inventar, clasa de precizie, domeniul de măsurare (limitele), tipul, rubrici cu termenele prevăzute în schema de verificare pentru verificări (de stat şi periodice, de control) şi pentru semnături a executantului (pentru cele periodice de control), pentru reparaţii. În afară de acestea se recomandă a avea şi menţiunea înlocuirii în caz de defectare, trimitere la verificare etc, ex. se înlocuieşte cu .....fişa nr.....

Scanned with OKEN Scanner

— Schema de verificare, conține (cel puțin) totalitatea mijloacelor de măsurare din întreprindere (cu elementele de identificare menționate în tabelul mijloacelor de măsurare și în fișele de însoțire), termenele la care se supun la verificarea de stat și verificările periodice interne, mijloacele etalon cu care se verifică, locul verificării, mențiunile de stare, termenele de revizuiri sau perioadele de reglare, posibilitățile de înlocuire, necesarul, prevederi de înlocuire și de completare. Schema de transmitere servește și la:

— stabilirea necesarului de mijloace de măsurare etalon și de lucru pentru conducerea și controlul rațional al procesului tehnologic;

— stabilirea necesarului de laboratoare sau puncte de control și verificări metrologice;

— stabilirea necesarului de ateliere pentru întreținere, reglări și reparații;

— stabilirea necesarului de personal metrologic pentru supravegherea mijloacelor de măsurare;

— întocmirea planului anual de verificări interne;

— întocmirea planului anual de întreținere și reparații a mijloacelor de măsurare;

— întocmirea planului de dotare necesară cu mijloace de măsurare;

— întocmirea declarației anuale asupra mijloacelor de măsurare ce urmează a fi supuse verificării de stat;

— întocmirea evidenței și comunicarea acesteia la forul tutelar de care aparține.

— Planul verificărilor interne prevede calendaristic în defalcare trimestrială și lunară:

— planificarea verificărilor interne;

— planificarea folosirii etaloanelor;

— planificarea comparării etaloanelor.

Scanned with OKEN Scanner

INDEX[1]) (vol. I şi II).

Abaterea 250
Abaterea valorii unei mărimi 35
Ac indicator 37
Acceleraţie 33
  liniară 33
  pămîntească 33
  unghiulară 33
Accelerometre 36
Accelerografe 36
Activitatea 382, 22
Ajustare 37
Alcoolmetre 190
Alegerea mijloacelor de măsurare 184
Alunecare specifică la răsucire 110
Alungire specifică 113
Amper 243, 20
Amper-spiră pe metru 286
Anemometre 21
An calendaristic 11
Aparate de cîntărit cu element elastic 84
Aparate de încercare la tracţiune a mortarelor de ciment şi nisipurilor de turnătorie 114, 115
Aparate de măsurat 30
  automate 32
  Brinell 119
  comparatoare 31
  cu citire directă 31
  cu acţiune locală 32
  cu manipulare 31
  cu amplificare optică 152
  cu amplificare mecanică 141
  cu şurub micrometric 128
  cu vernier 119,121
  de măsurat la distanţă 32
  electrice 31
  fără vernier 120
  indicatoare 31
  integratoare 31
  înregistratoare 31
  Malligand 196
  mecanice 31
  optice 31
  pneumatice 31
  Robel 180
  Rockwell 126
  Salleron 198
  semiautomate 31
  simple, cu cursor 119
  tip Abbe verticale şi orizontale 170,172
  universale 173
  Wickers 126
Aparate electrice de măsurat 30,31
  concentraţii de CO_2 198
  concentraţii de CO şi $CO+H_2$ 201
  de inducţie 247
  electrostatice 248
  electrodinamice 246
  feromagnetice 245
  ferodinamice 246
  intensitatea şi tensiunea 30
  înregistratoare 248
  magnetoelectrice 244
  termice 247
Apometre 177
Atmosferă 166
  fizică 166
  normală 166
  tehnică 166
Atom-gram 42
Aprobarea modelelor de fabricaţie 387
Areometre 189
Atribuţiile O.S.M. 387
Autorizarea de construire sau fabricare de măsuri şi aparate de măsurat 388, 390

1) Paginile notate cu cifre cursive (ex: 250) sînt din vol.I. Paginile notate cu cifre obişnuite (ex. 33) sînt din vol. II.

Scanned with OKEN Scanner

Autorizarea oficiilor publice de cîntărire 388, 383
Autorizare cîntăritorului public 394
Autorizarea atelierelor de reparaţii 394
Balanţe 53
analitice 55
automate 82
compuse 62
cu cadran şi greutăţi 78
cu fundul cupei rabatabil 83
de înclinare 80
de torsiune 84
etalon 54
hidrostatice 192
simple 53
semiautomate 77
pentru cereale 61
tip Chronos 82
tehnice 57
romane 65
Baloane cotate 280
Barie 158
Bascule 66
automate 83
dozatoare 84
format pîlnie 70
obişnuite 66
pentru cale aeriană 76
pentru transportor 83
pentru vite 72
pod 72,75
romane 68
semiautomate 81
stabile 75,82
suspendate 81
transportabile 73
zecimale 66
Biurete 272
de uz curent *273*
de uz special *278*
Butelii din sticlă cotate 298
Butirometre 286
Butoaie 304
Cadenţmetre 386
Cadran 33
Calibrare 34
Calcul cu mărimi 53
Calcul cu valori 53
Cale 72
plan paralele *72, 98*
unghiulare *208*
Calibre 104
optice *248*
Calorie 185
pe secundă 186
Capacitate 262
Capete divizoare optice 217
Candelă 367,*21*
candelă pe metru patrat 368
Capacitate electrică 273
capacitanţă 273
Cantitate de căldură 363
Capacitate calorică 363
Căldură specifică 363
Calorimetre 364
adiabatice 365
cu variaţie de temperaturi 364
izoterme 365
Camere pentru măsurări acustice 379
anecoide 379
de reverberaţie 379
Caracteristici 39
metrologice *40*
tehnice *39*
Ceasornice 14
Cifrare 32
Citire 33
Ciclu de funcţionare 34
Clupe forestiere cu cursor metalic 120
Cilindri gradaţi 282
Cisterne-auto 305
Cîmp acustic 375
Cîntărire, metode de ... 85
Borda 85
Gauss 86
Mendeleev 86
reducerii la vid 87
Ciocane pendul 119
Clasa de precizie 32,36
Cleimetre 192
Colorimetre 237
Stammer 237
Saybolt 238
Union 239
Concentraţie 187
în procente de masă 188
în procente de volum 188
molară 188
molalică 188
Contoare de gaze 179
cu piston rotativ 181
de viteză 181
volumetrice 179
Contoare electrice 276
de inducţie monofazate 278
de inducţie trifazate 279
pentru curent continuu 276

Scanned with OKEN Scanner

Compensatoare de curent 295
continuu (Feussner) 295
cu fir calibrat 294
cu coordonate polare 298
cu coordonate rectangulare 298
de curent alternativ 298
Coeficient de temperatură 36
Condiţii normale de determinări 44
de temperatură *44*
de presiune *45*
de umiditate relativă *45*
Conferinţa Generală de Măsuri şi Greutăţi, 18, 94
Constante 23
absolute sau universale *23*
constanta unui aparat de măsurat *34*
de material *23*
de timp *24*
universale fundamentale *24*
Contoare de rotaţie 26
cu tambur 26
cu ace indicatoare 26
Conductibilitate electrică 264
conductanţă 264
conductivitate 264
Convenţia metrului 94
Cronometre 14
de marină 14
electronice 14
Comparare 26
fundamentală *26*
Cronoscoape 16
Comparatoare 141
cu cadran *141*
capacitive *168*
electrice *166*
fotoelectrice *168*
inductive 167
mecanice cu scară bilaterală *144*
cu manometru *161*
cu rotametru *163*
pneumatice *161*
Corectitudinea formulelor de definiţie 48
Corecţie 72
barometrică *75*
de capilaritate *75*
de temperatură *180*
de vid *57*
indicaţiei unui aparat de inscripţiei *72*
măsurat *36*
unei măsuri *36*
Curba de distribuţie normală 66
Curie 382, *22*
Cutii de capacităţi 274
Cutii de rezistenţe 268
Culori termoscopice 355
Curent electric 242
Debit 174
de volum 174
de masă 174
de greutate 174
Debitmetre 174
diferenţiale cu plutitor 174
electromagnetice 177
tip rotametru 175
Densitate de energie acustică 375
Deltametre 165
Densimetre 189
de uz general 189
pentru produse petroliere 189
pentru acumulatoare 190
pentru apa de mare 190
Densitate 187
medie 187
relativă 188
Dimensiuni 12
Debitul dozei biologice 382
Diagramă 33
Dilataţia liniară, determinarea coeficienţilor *182*
Discuri de măsurat 179
Dinamometre 101
cu element elastic 102
hidraulice 105
Dispozitive de ajustare 38
amortizoare cu aer sau lichid *38*
amortizoare magnetice *38*
a cursei *38*
de limitare *38*
de reglare *38*
de corectare şi aducere la zero *38*
de avans *38*
de echilibrare *38*
de frînare *38*
de supraplin *38*
Dispozitive auxiliare 39
componente *39*
de agitare şi de amestecare *39*
de aprindere şi de încălzire *39*
de aspirare *39*
de marcare *39*
de prindere şi de fixare *39*

Scanned with OKEN Scanner

de strîngere şi de presare *38*
necomponente *39*
Dispozitive de comandă, intervenţie şi manipulare *39*
de intervenţie şi manipulare *39*
de racordare *39*
de alimentare şi de debitare *39*
de comutare *39*
de aşezare *39*
de comandă *39*
simplă *39*
transmitere a comenzii *39*
Dispozitive indicatoare *33 37*
cifrice *83*
combinate *37*
cu ac indicator *37*
cu spot luminos *37*
cu lentile *37*
cu role *37*
cu mai multe scări gradate circulare *37*
cu predeterminator *37*
cu înscriere pe diagrame *38*
de proiecţie *37*
indicatoare simple *37*
înregistratoare *38*
mixte *37*
totalizatoare sau integratoare *37*
Dispozitive de protecţie şi de siguranţă *38*
acustice *38*
de alarmă *38*
contra îngheţului *38*
de protecţie *38*
de etanşare *38*
de ungere *38*
de limitare a apăsării *38*
de blocare *38*
de siguranţă *38*
de izolare *38*
de punere la pămînt *38*
optico-luminoase *38*
Diviziune *32*
valoarea *32*
Doza absorbită 380
Doza biologică 382
Doza biologică integrală 382
Dozimetre 383
Domeniu de măsurare *33*
Duritate 96
Brinell 97
dinamică elastică 99
Rockwell 98
Wickers 97
Durometre 150
Shore 150
Duroscop 150
Echere *206*
Efectivitate biologică relativă 381
Electronvolt 185
Elemente Weston 252
Energie 184
cinetică 184
internă 185
potenţială 185
Emitanţă (radianţă) 368
Energie acustică 375
Energie electrică 276
Energia electromagnetică 276
Entropie 364
Erg 185
erg pe gram grad 363
erg pe centimetru-secundă-grad 364
erg pe grad absolut 364
Eroare *56,81*
adevărată *57*
aparentă *58*
constantă *56*
de indicaţie *36*
de paralaxă *36*
de inscripţie *73*
distribuţia *64,65*
grosolană sau greşeală *65*
întîmplătoare *57*
limită *64*
limită a mediei ponderate *80*
medie *62*
medie patratică *60*
probabilă *63*
procentuală *56*
raportată *36*
relativă *36,56*
sistematică *35,56*
variabilă după o lege oarecare *57*
variabilă nestăpînită *57*
variabilă periodic *57*
variabilă proporţional *56*
Etaloane *29*
copie *30*
de bază *29*
de comparaţie *30*
de lucru *30*
de Stat *29*
de verificare *29*
derivate *30*
fundamentale *30*
martor *30*

Scanned with OKEN Scanner

naţionale *29*
primare *29*
principale *29*
secundare *30*
terţiare *30*
uzinale *29*
Etalonare 42
Etalon Violle 367
Exprimarea rezultatelor măsurărilor 90
Factor de eficacitate luminoasă 368
Factor de transformare 26
Farad 273
Faradmetre 274
Ferometre 293
Figuri Lissajoux 28,37
Fidelitatea 40
Fiole gradate 294
Fluiditate 221
Flux magnetic 284
fascicular 286
de scăpări 286
util 286
Fluxmetre 287
Flux de energie acustică 375
Flux de viteză acustică 376
Flux luminos 367
Fon 378
Fonometre 378
Formule fizice 46
de definiţie *46*
de exprimare a legilor fizice *46*
Forţă magnetomotoare 287
Forţa 95
de măsurare *148*
Fotometre 369
Brodhun-Lummer 369
cu banc fotometric 369
cu indicaţie directă 370
Frecvenţmetre 30
cu citire directă 32
cu numărare 32
cu punte 32
de rezonanţă 32
eterodine 32
electrostatice 31
logometre 31
Fracţiune molară 188
Frecvenţa 26
frecvenţe industriale 28,30
Fus orar 11
Gal 35
Galvanometre 251
balistice 251
cu ac indicator 251
cu oglindă 251
cu bobină mobilă 251
cu plăcuţă mobilă magnetizată 252
de rezonanţă 252
de rezonanţă cu bobină diferenţiale 251
Gauss 287
Gazanalizoare 202
de SO_2 202
de oxigen 203
Generalitatea 40
Gilbert 287
Goniometre 219
cu reflexie *219*
topografice *219*
Grad
Celsius *21*, 314
Kelvin *20*
Fahrenheit 314
Reaumur 314
Greutate 95
Greutăţi 43
etalon naţional 43
etalon principal 45
etalon de verificare 46
de lucru 47
tehnice 49
Henry 273
Hertz 28
Hidrometre 183
cu manometru 183
cu plutitor 183
cu clopot 183
Higrometre cu fir de păr 230
Iluminare 367
Impedanţă acustică 376
Indice 33
Indicaţia unui aparat de măsurat 34
Indicatoare de eforturi pentru cabluri 107
hidraulice 107
mecanice 107
Inregistratoare de distanţă parcursă 22
Inductanţă 273
Inducţie magnetică 286
Inerţia 40
Inteligibilitatea formulelor de definiţie 47
Interval de încredere 64
Instalaţii de măsurat 309
capacitatea *309*

Scanned with OKEN Scanner

Intensitatea cîmpului magnetic 286
Intensitatea luminoasă 366
orizontală medie 366
sferică medie 367
Instalaţie Epstein 290
Interferometre acustice 379
Încercare 43
de stat *43*
interne *44*
Inregistratoare de temperatură 356
Joje de nivel 183
Justeţea 40
Joule 185,*54*
Joule pe grad 363
Joule pe grad absolut 364
Joule pe secundă 54
Kilo 16
Kilogram 94,42
Kilogram-forţă 96
Kilogram-forţă-metru 185
Kilometraje 37, 22
Lactodensimetre 190
Limita de încredere 64
Litru 263
Limita de curgere tehnică la răsucire 111
Limita de proporţionalitate tehnică la răsucire 111
Lucru mecanic 184
Logometre 271
electrodinamice 271
ferodinamice 271
Lumînare zecimală 367
Lumînare internaţională 367
Lumînare Hefner 367
Lumen 367
lumen pe watt 368
lumen - secundă 368
Lumenmetre 370
Lungime 92
unităţi de *92*
unităţi pentru itinerarii...; *95*
în radiaţii *95*; în astronomie, *95*
tolerate *98*
Luxmetre 371
bazate pe variaţia distanţei 371
bazate pe variaţia înclinării 371
bazate pe strălucire fixă 371
bazate pe efect fotoelectric 371
Manometre 166
cu element elastic 166
cu coloană de lichid 168
şi manovacuummetre 166
Masă 41
Mărime 9
grupă de mărimi *13*
mărimi fizice *10*
mărimi extensive *10*
mărimi intensive *10*
mărimi fundamentale *10*
mărimi derivate *11*
mărime scalară *11*
mărime variabilă *11*
mărime periodică *11*
mărime pseudoperiodică *11*
mărime pulsatorie *11*
mărime alternativă *11*
mărime oscilantă *11*
mărime armonică *11*
mărime aperiodică *11*
mărimi tensoriale *11*
mărimi spinoriale *12*
mărimi meteorologice *12*
specii de mărimi *9*
specii de mărimi fizice *10*
specii de mărimi chimice *10*
specii de mărimi primitive *10*
specii de mărimi derivate *10*
specii de mărimi fundamentale *10*
specii de mărimi secundare *10*
sistem de mărimi fundamentale *12*
Maşini de măsurat suprafaţa pielor 246
Maşini de încercări mecanice 109
de încercare la răsucire 110
de încercări ale arcurilor 117
la fluaj şi relaxare 119
la tracţiune 109
la oboseală 118
universale 109
Măsurare 24
directă *25*
indirectă *25*
Masurare 24
absolută *25*
ecuaţia măsurării *26*
relativă *25*
Măsuri de capacitate 263
cu plutitor pentru lapte *303*
metalice pentru lichide *299*
Metode de măsurare 27
aprecierii directe *27*
coincidenţei *27*
comparării *28*
combinate *28*
de palpare *141*
de proiecţie pe ecrane *156*

Scanned with OKEN Scanner

de zero *27*
diferenţială *27*
directă *27*
indirectă *28*
substituţiei *28*
vizării directe *152*
Metoda căderii libere a corpurilor 35
Metoda celor mai mici pătrate 88
Metode colorimetrice 208
Metoda de determinare relativă 36
Metode electrice 208
Metoda modulării spotului în intensitate 29
Metoda modulării vitezei electronilor 29
Metoda pendulului reversibil 35
Metoda sincronizării bazei de timp 29
Metru 19,92
articulat *112*
cub *262*
de la Arhive *94*
pătrat *240*
prototip internaţional *107*
prototip naţional *107*
riglă din lemn *111*
Metronoame 17
Minimetre 144
Milimesse 147
Microcatoare 147
Microluxe 148
Microscoape de măsurat 176,224
Brinell *176*
de atelier *225*
duble *253*
Linnik-Schmaltz *253*
pentru măsurarea amprentelor *176*
universale *229*
Micropipete 272
Microbiurete 275
Micrometre 128
cu fălci *137*
cu pîrghie *151*
cu tije amovibilă *140*
de adîncime *139*
de exterior *128*
de filete *135*
de interior *137*
pentru măsurări obişnuite *129*
pentru sîrmă *134*
pentru tablă *134*
pentru ţevi *135*
vergea *138*
Mire 117
de nivelment *117*
topografice *117*
Mijloace de măsurare 28,98
aparate de măsurat *28*
cu repere *107*
măsuri *28*
substanţe de laborator *30*
substanţe de lucru *29*
substante etalon *29*
substanţe măsură *58*
substanţe tehnice *30*
terminale *98*
Microinterferometre 257
tip Linnik *257*
Mobilitatea 41
Mostre de spaţiu 208
Mostre de calitate pentru suprafeţe 253
Modul de elasticitate 111
Moleculă-gram 42
Multiplii şi submultiplii unităţilor 16
Nivele 215
cu bulă de aer *215*
cu cadran *215*
de lăcătuşerie *217*
micrometrice *217*
Nivel de intensitate acustică 377
Nivel de presiune acustică 377
Nivel de putere acustică 377
Nivel de tărie 377
Newton 96
pe metru pătrat 158,
Oersted 286
Ohm 264
Ohmmetre 269
magnetoelectrice 269
Operaţii metrologice 41
Optimetre 153
cu ocular *153*
cu proiecţie *156*
verticale *153*
Organe componente ale D.V.M 391
Organizarea supravegherii măsurilor şi aparatelor de măsurat în întreprinderi 394
Orologii 13,16
cu cuarţ 14
cu diapazon 13
independente 16
Osciloscoape 16
Ovalizare 297

Scanned with OKEN Scanner

Panglici de măsurat 112
pentru croitori *116*
topografice *112*
Parsec 95
Pasametre 149
Pasimetre 152
Pendule astronomice 13
tip Leroy 13
tip Shortt 13
Phot 368
pH-metre 209
cu citire directă 210
cu montaj în compensaţie 209
Picnometre 284
Pipete 267
de uz curent *267*
de uz special *272*
Pirometre optice 341
cu dispariţia filamentului 341
cu radiaţie totală 351
Planimetre 240
polare *241*
polare compensatoare *244*
polare cu disc *244*
rectilinii *244*
rectilinii cu role *244*
rectilinii cu sferă şi role *245*
universale *245*
Plăci de verificare metalice 249
Pondere 78
medie ponderată *78*
ponderare *78*
Precizie 41
Prag de sensibilitate 41,112
Prese de încercări 116
Presiune 158
absolută 158
atmosferică 158
dinamică 158
hidrostatică 158
relativă 158
Presiune acustică 375
Procedee de prevenire şi de eliminare a erorilor sistematice 74
metoda observaţiilor simetrice *75*
metoda opoziţiei *74*
metoda substituţiei *74*
Profilometre 258
Kiselev *258*
Profilografe 259
Ammon *259*
Proiectoare 232
Polarimetre 235
Psihrometre 231
Poise 220
Puncte fixe de temperaturi 315
Putere 186
Putere electrică 276
activă 276
aparentă 276
reactivă 276
Punţi electrice 298
Anderson 301
Mance 301
Maxwell 302
Schering 303
Thomson (Kelvin) 300
Wheatstone 300
Wien 302
Rad 380, *22*
Radian 22, *203*, 23
pe secundă 23
pe secundă la pătrat 35
Radiometre acustice 379
Raportoare 212
cu vernier *212*
mecanice simple *212*
optice *214*
universale *214*
Reperare 26
Recipienţi 304
Reactivitate alcalină sau acidă 205
Refractometre 233
de mînă pentru zahăr *233*
tip Abbe *233*
Reductoare de curent continuu 248
Rezistenţă electrică 259
etalon 264
Reactanţă acustică 377
Rezistenţă acustică 377
Rem 382
rem-gram 382
rem pe secundă 382
Rezistivitate 259
Regulatoare automate de temperatură 356
Reguli pentru scrierea unităţilor derivate 15
Rezervoare metalice 307
Riglă 108
cu suprafeţe active *251*
de sinus *221*
de tangentă *221*,*224*
de verificare a rectilinităţii *250*
etalon *108*
geodezice *108*
în formă de pană *225*
Roentgen 381

Scanned with OKEN Scanner

Rotaţie 23
rotaţie pe minut 23
Sarcină 54
maximă *33*,54
minimă 59
Sarcinile I.M. 389
Sarcinile D.V.M. 391
Sarcinile organelor centrale 395
Sarcinile organelor din instituţii şi întreprinderi 395
Scară gradată 32
inferioară de măsurare *33*
limitele scării gradate *33*
limita superioară de măsurare *33*
Scară de temperatură 314
Celsius 314
Fahrenheit 314
Rankine 315
Reaumur 314
internaţională practică 315
Schema de verificare 397
Secundă 20
Secundometre 16
Sensibilitatea 40
Seringi 289
tip Luer *294*
tip Record *292*
Sfigmomanometre 172
Siemens 264
Siemens pe metru 264
Sistem de unităţi 17
absolut *17*
alcătuirea unui sistem de general *17*
raţionalizate *17*
Sistemul internaţional „S.I.“ *18*
unităţi *17*
Sunturi 269
Sonde pneumatice 183
Spioni 140
Stabilitatea 40
Steradian 22
Strălucire (luminanţă) 368
Stokes 220
Sonometre 378
Stilodozimetre 383
Ster 262
Sunet 374
pur 374
vobulat 375
complex 375
Suprafaţă 240
Şabloane 212
unghiulare *212*
Şublere 122
de trasaj *125*
pentru roţi dinţate *127*
Tarare 34
Tărie 377
Temperatură 313
interval de 314
scară de 314
Tensiune electrică 243
Termometre 318
cu rezistenţă 327
de baie terapeutică 325
de laborator 318
manometrice 326
maximale medicale 325
tehnice de sticlă 322
Tesla 287
Termocupluri 328
Termostate 357
cu tampon 357
Höppler 357
Wobser 357
Timpul 9
efemeridelor 9
legal 11
sideral 10
solar adevărat local 10
solar mijlociu 10
universal 11
Universal uniform provizoriu 11
Torr 166
Torsiografe 40
Torsiometre 38
mecanice 38
electrice 40
Transmiterea unităţilor
de concentraţie 204, 218
de curent 259
de densitate 204
de duritate 158
de forţă 158
de frecvenţă 33
de inductanţă 274
de lungime *182*
de masă 87
de presiune 172
de rezistenţă electrică 259, 271
de temperatură 357
de tensiune 259
de timp 18
de umiditate 235
de unghi plan *234*

Scanned with OKEN Scanner

de viscozitate 227
de viteză de rotaţie 26
de volum capacitate *316*
fotometrice 371
Transmiterea timpului legal 17
Turometre 23
cronometrice 23
cu curenţi Foucault 25
cu dispozitiv hidrocentrifugal *23*
electrice *25*
fotoelectrice 26
mecanice 23
pneumatice *25*
stroboscopice 25
Ultrasunet 374
Unghi 203
plan *22*, *203*
solid *22*, *203*
Umiditate 227
absolută 227
relativă 230
Umidometre 231
tip Electronica 234
tip Weiss 232
Unitate de măsură 14
coerente *17*
derivate *14*
engleze şi americane 45, *98*, *242*
internaţională *18*
în afară de sisteme *18*
reguli pentru scriere *15*
suplimentare *18*
unităţi fundamentale *14*
vechi româneşti 44, *96*, *241*,
Urodensimetre 190
Valoare 34, *53*
adevărată *35*
apropiată *35*
efectivă *34*
individuală *35*
medie *35*
medie ponderată *35*
nominală *35*
Varmetre 281
Verificare 42
de stat *42*
iniţială *42*
periodică *42*
inopinată *43*
prin convenţii *43*
internă *43*
Vibraţii 37
amortizate 38
libere 38
paralele 37
perpendiculare 37
Vibraţie acustică 374
Vibrometre 38
Viteza 18
de rotaţie 23
liniară 18
unghiulară 23
Vîrtelniţe de laborator 179
Viscozitate 219
dinamică 219
cinematică 219
relativă 219
Viscozimetre 221
Engler 221
Hoppler 222
Ubbelohde 226
Vögel-Ossag 222
Volt 243
Voltamper 276
Watt 54,186
pe metru-grad 363
Wattmetre 282
Wattsecundă 185
Wattoră 185
Weber 286
Zaharimetre 235
polarimetrice 237
Zgomot 375
Zoometru 121

Scanned with OKEN Scanner

COMPLETĂRI ŞI CORECTĂRI LA VOLUMELE 1 ŞI 2

1. În cursul tipăririi lucrării au mai apărut următoarele instrucţiuni de verificare: 195-65, pentru condensatoare de măsurare şi cutii de capacităţi; 196-65, pentru cutii de rezistenţă-măsură; 197-65, pentru catometre universale; 198-65, pentru frecvenţmetre de audiofrecvenţă; 199-65, pentru pulsatoare hidraulice de încercări oscilante.

2. Schemele principiale de transmitere a unităţilor de măsură cuprinse în lucrare se bazează pe schemele provizorii întocmite de O.S.M. în 1965.

3. Corectări

	Pagina:	*În loc de:*	*Se va citi:*
Vol. I	9, rînd 2 j	mărimi [1]	mărimi
	45, nota 4)	10^{-5}	10^{5}
	46, rînd 11	$\pm 20°C$	$20 \pm 2°C$
	49, rînd 8	$\geqslant 0$	$\leqslant 0$
	60, rînd 8	$\sum_{i=1}^{n} v_i$	$\sum_{i=1}^{n} v_i^2$
	rînd 2 j	$v_i = 0$	$\sum_{i=1}^{n} v_i = 0$
	143, rînd 10 j	apărare	apăsare
	rînd 5 j	i	Δi
	199, rînd 8 j	contralibre	contracalibre
	263, rînd 19 j	sub	cub
Vol. II	28, rînd 2	$f = \frac{1}{I}$	$f = \frac{1}{T}$
	33, rînd 9	$f_u = f' +$	$f_u = f'_u +$
	286, rînd 16 j	$2I/rr$	$I/2r$

Redactor responsabil : ing. CONSTANTIN ZENOVEI
Tehnoredactor : ELENA GERU

Dat la cules 22.11.1965. Bun de tipar 24.02.1966. Apărut 1966. Tiraj 7500+140. Legate. Hîrtie velină de 63 g/m², 540×840/16. Coli editoriale 23,21. Coli de tipar 25,50 A 13837/1965. C. Z. pentru bibliotecile mari 389:531.7. C. Z. pentru bibliotecile mici 389.

Tiparul executat sub comanda nr. 2156 la Intreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918", Str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97, Bucureşti, Republica Socialistă România

C. T. 1

Scanned with OKEN Scanner